

FELOLVASÓ ÜLÉSEK

F/7

DOBOS: A táj ökonómiai értékelése, különös tekintettel
a védett területekre

GERENCSÉR: A távérzékelés felhasználása a környezet
elemzéséhez



VESZPRÉMI AKADEMIAI BIZOTTSÁG

VESZPRÉM, 1984

**VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁG
VEAB**

**FELOLVASÓ ÜLÉSEI
F/7**

1984

Tartalom

DOBOS:	A táj ökonómiai értékelése, különös tekintettel a védett területekre	7
GERENCSÉR:	A távérzékelés felhasználása a környezet elemzéséhez	21

A sorozat eddig megjelent kötetei:

- F/1: Hankiss:** Szemléletváltozások az orvostudományban
Horváth: A nukleáris kardiológia jelene és jövője a kardiológiai diagnosztikában
- F/2 Sáringer:** A tudományos gondolkodás és a kutatás
Tóth: A Bakony-hegységben folyó faunisztikai kutatások
- F/3 Méhes:** Újszülöttkori szűrővizsgálatok
Salamon: A korszerű baleseti sebészet a specializálódás a tudományos és technikai fejlődés tükrében
- F/4 Kuroli:** Az innováció hatása a tudományos kutatómunkára
Horváth: A növényi géncentrumok és a genetikai bázis
- F/5 Illei:** A szülészet feladatainak, módszereinek és lehetőségeinek változása napjainkban
Szántó: A radiológiai diagnosztika információ tartalma
- F/6 Bordás:** A toxikológia jelene és jövője
Sutka: A genetikai kutatások eredményeinek hasznosítása a növénynevelésben

ISSN 0230 48 3 X

ISBN 963 7121 58 7

BEVEZETÉS

A Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Akadémiai Bizottságának Környezetvédelmi- és Tájhasznosítási Koordinációs Tanácsa a koordináló munka hatékonyságának és szélesítésének fokozása érdekében felolvasó üléseket iktat éves programjába, melyek a környezetvédelmi- és módszertani kérdéseket tárgyalják.

Ezek az együttműködők kellő tájékozódását szolgálják és mód nyílik arra is, hogy a különböző tudományterületek szakemberei terminológiai kérdéseket is tisztázhassanak.

Ez alkalommal két széles körű érdeklődésre számottartó előadást tűztünk napirendre. Bízom benne, hogy a Koordinációs Tanács előzőekben vázolt törekvését ezek hasznosan szolgálják.

DOBOS TIBOR 1931-ben született Csombárdon Somogy megyében. Erdőmérnöki diplomáját 1954-ben szerezte a soproni Erdőmérnöki Főiskolán. Az oklevél megszerzése után az Észak-somogyi Erdőgazdasághoz tartozó Kárádi Erdészethél, majd a Somogyvári Erdészet vezetőjeként teljesített szolgálatot. A megszerzett gyakorlati évek után 1958. január 1-én került a soproni Erdészeti és Faipari Egyetemre (jogelődje Erdőmérnöki Főiskola) egyetemi tanársegédnek. 1961-ben egyetemi adjunktusnak, 1967-ben pedig egyetemi docensnek nevezték ki. 1976–1979-ig az Erdőrendezéstani Tanácsék vezetője volt. Nevéhez fűződik az egyetem nappali tagozatán általa oktatott tájrendezési és környezetfejlesztési tantárgy 1971-ben való beindítása. A környezetvédelem felsőfokú oktatásának hazai bevezetésén úttörő munkát végzett. Ugyancsak úttörő munkának számít, hogy 1975-ben az Erdészeti és Faipari Egyetemen mint tagozatvezető megszervezte a Tájrendező és Környezetvédő Szakmérnöki posztgraduális képzést, amely azóta is jó eredménnyel működik.

Kutatómunkáját az ökológia területén fejti ki. Az MTA 1961-ben önálló aspiránsnak vette fel. 1965 májusában „Az erdefenyő-csemete vízgazdálkodás és a telepítés-technológiája” c. értekezése alapján a Tudományos Minősítő Bizottság a „mezőgazdasági (erdészet) tudományok kandidátusa” tudományos fokozatot adományozta részére. Ezt követően 1968. és 1970-ben két szabadalma jelent meg a duzzasztott perlitben történő növénytermesztési technológiára vonatkozóan. Szabadalmát külföldön is alkalmazzák, erről Ausztriában több szakcikk is jelent meg.

1982-ben az OKTH kutatási megbízása teljesítésére kutatócsoportot szervezett az Erdészeti és Faipari Egyetemen. A csoport irányítójaként tevékenykedik. Kutatásainak fő iránya a védett területek-, a táj gazdasági értékelésének vizsgálata. Erről Ausztriában is érdeklődést kiváltó előadást tartott. Munkássága során több mint 50 dolgozat, könyvrészlet, jegyzet, illetve szakpublikációja jelent meg.

Az utóbbi években az ökológia gazdasági vonatkozásaira irányuló kutatások terén vannak jelentős érdemei.

GERENCSÉR MIKLÓS 1957-ben fejezte be egyetemi tanulmányait a BME Földmérőmérnöki Karán, ahol földmérőmérnöki oklevelet szerzett. Az Erdészeti és Faipari Egyetem oktatójaként kezdte meg működését.

Érdeklődése már hallgató korában a fotogrammetria és fotointerpretáció felé fordult. 1960–66-ig egyidejűleg a budapesti Kartográfiai Vállalatnál is dolgozott, mint kutató, ahol a légifelvételek fotográfiai minőségének vizsgálatával foglalkozott.

Korai időszakában a színes fényképezés kidolgozásának technológiai problémái is foglalkoztatták, majd figyelme több éven át ismét a légifényképezés minőségi vizsgálatának tudományos kérdéseire irányult. Megvalósította a légifilm előhívás közbeni integrálás denzitometriai ellenőrzését, javaslatára vezették be hazánkban a poliészter alapú légifilmeket.

Már 1967-ben foglalkozott a fotointerpretáció műszeres és automatikus irányzataival, fotointerpretáció tárgykörű egyéb tanulmányait mérnöktovábbképző jegyzetekben publikálta.

A 70-es évektől figyelmét a légifelvételek minőségi vizsgálatának mikrofotometriai módszerei kötötték le, és hazánkban első ízben valósította meg a modulációátviteli függvények mérésének és számításának félautomatikus módszerét, vizsgálatokat végzett a jénai Zeiss Művek és a Helsinki Műszaki Egyetem részére. Doktori értekezését „summa cum laude” minősítéssel 1974-ben védte meg.

1975-ben az Egyetem székesfehérvári Földmérési és Földrendezői Főiskolájára került, ahol megszervezte a fotóinterpretáció első önálló hazai oktatását. Jelenleg a BME Erőforráskutató Szakmérnöki Tagozatán is a fotóinterpretáció oktatója.

Ezután figyelmét a fotóinterpretáció és távérzékelés hazai oktatásának és fejlesztésének kérdései kötötték le.

1982 óta a Fotogrammetria és Topográfiai Tanszék vezetője.

Az utóbbi években foglalkozott a Velencei-tó vegetációjának fotóértelmezésével.

Érdeklődési köre számos, szakterületétől távolabb álló feladatokra is kiterjedt, így tanulmányozta a színek sztereoszkópikus hatását, a mozgófilmek felületi karcvizsgálatára eljárást dolgozott ki. Foglalkozott továbbá a holográfia fotogrammetriai alkalmazásával is.

28 közleménye közül 7 külföldön jelent meg (10 recenzióval).

KÁRPÁTI ISTVÁN

**Környezetvédelmi- és
Tájhasznosítási Koordinációs
Tanács elnöke**

A TÁJ ÖKONÓMIAI ÉRTÉKELÉSE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A VÉDETT TERÜLETEKRE

DOBOS TIBOR

Az ember és a környezet — ezen belül a természet — viszonya az utóbbi időben meghatározó problémává vált. Világjelenség, hogy a fejlett tudományos-technikai haladás közepette mind intenzívebben használdik fel a természeti erőforrás, növekszik a műszaki, technikai folyamatok következtében előállt környezetszennyezés, növekszik a tájnak az optimumtól eltérő használata. Reális tény tehát, hogy az emberiség ma egyre rosszabb ökológiai körülmények közé kerül. Az ökológiai problémáknak, a mindinkább fenyegető ökológiai válságnak a kérdései nemcsak a tudósokat, szakembereket, hanem az államférfiakat, politikusokat is foglalkoztatja. Mindez különös jelentőséget tulajdonít az ökológiai problémáknak. A legfőbb nehézség e probléma megoldása során abból adódik, hogy a civilizáció mai színvonalán a technikai folyamatok globális méretei oly arányokban változtatják meg környezetünket — ezek főbb természeti és művi elemeit —, hogy a természet eddigi biológiai egyensúlya már nem maradhat fenn, ennek következtében pedig kezd pusztulni az emberi létezéshez nélkülözhetetlen fauna és flóra. Meg kell találni a szükséges feltételeket az új biológiai egyensúly kialakítására, méginkább a fenntartására, mégpedig úgy, hogy a természet, az emberi kultúra igényeinek megfelelően fejlődessen. Ebből adódóan úgy vélem, hogy az ökológiának központi helyet kell kapnia a biológiai tudományok között. Természetes, hogy az ökológiának fontos feladata a természetben fennálló biológiai egyensúlyok tanulmányozása, azonban megítélésem szerint legfőbb feladata mégis azoknak a működési hatásmechanizmusoknak, az életképes egyensúlyoknak a kutatása, amelyek — a természetnek a modern technikai, műszaki folyamatokban való felhasználása mellett — létezhetnek, valamint azoknak az egyensúlyi folyamatoknak a vizsgálata, amelyek — különböző vegyszereknek a mező- és élelmiszergazdaságban való széleskörű alkalmazása mellett — keletkeznek. Ezek a környezetre vonatkozó emberi hatások, amelyek az exponenciális törvényt követik, ma globális méreteket öltenek. A kellő ellenőrzésük elmulasztása, nem megfelelő alkalmazott környezeti tevékenységek, robbanáshoz vezethetnek. Ennek elkerülésére mindenekelőtt meg kell teremteni a megfelelő társadalmi feltételeket, vagyis amelyek

lehetővé teszik a technika és az ipar, mezőgazdaság fejlesztését olyan tudományos alapon, amelyek biztosítják a civilizáció kiegyensúlyozott fejlődését a robbanásszerű katasztrófa, a globális ökológiai válság kockázata nélkül.

Feltételezhetjük – és ehhez meg is van az alapunk –, hogy a tudomány megbírkózik azokkal a tudományos feladatokkal, amelyek a nyersanyagforrások kimerülésével, a környezet szennyeződésével kapcsolatosak. Azonban az ehhez kapcsolódó globális jellegű intézkedések kialakítása és ezek végrehajtása már szociális probléma, amelyeknek a megoldása még a kezdet kezdetén tart. Ezek főbb nehézségei csak napjainkban kezdenek jelentkezni. Minthogy e problémák megoldásai nemzetközi mértékű intézkedéseket is tartalmaznak, ezek ellentmondásba is kerülhetnek az egyes országok nemzeti érdekeivel. Vitathatatlan, hogy a népgazdaság szocialista szervezete jellegéből adódóan biztos alapot nyújt a globális ökológiai kérdések megoldásához.

Az eddigi fejtegetésekből úgy gondolom, kitűnik, hogy ezen problémák megoldásainak alappillére adott környezet, vagy táj ökológiájának az ökonómiai kifejezhetősége, valamint értékviszonyainak a megállapítása. Egykét évtizede még nagyon kevesen gondoltak a megvalósításra – és még ma is többen el is vetik, – hogy pl. a biológiai jelenségek egzakt, megfogható, némely esetben absztrahált kifejezését említsem. Sokan a természeti értékek degradációját látták, illetve látják az ökonómiai megközelítéssel. Ez sok esetben megalapozott volt, és előfordul ma is, joggal aggályoskodtak – főleg a biológusok – a biológiának ökonómiai kifejezésétől. Azonban azt is tisztán kell látnunk, hogy az emberiség szaporodásával egyrészt a kimerülő félben lévő erőforrások mellett újabb és újabb lehetőségeket szükséges kiaknáznunk, másrészt a felújítható erőforrások (erdő, talaj, hal, víz, stb.) hasznosíthatósága is a határ felé közeledik. Ezek méginkább szükségesé teszik a környezet, vagy a táj optimális hasznosíthatóságát, a tájoptimalizálását. Ehhez pedig megfelelő döntési, valamint az ezekhez kapcsolódó információs rendszerekre van szükség. Ezek kialakítását pedig ökonómiai módszerekkel lehet elérni. Csakis ebben az esetben lehet a tudósoknak a társadalmat megfelelően mozgósítania az ilyen irányú feladatok megoldására. Ahhoz, hogy az emberiség kellő energiával lásson hozzá e problémák megoldásához, először is az emberek minél szélesebb rétegeinek, sőt az egész társadalomnak kell világosan felismernie a globális válság jelentőségét és várható következményeit. Ezt a tudósoknak kell megértetniük az emberekkel, a társadalommal. Csak akkor lehet azonban ezt hatékonyan végrehajtani, ha az emberek „érezkelik” is a problémát. Másszóval, ha a tájhasználatot egzakt számokkal is ki tudjuk jelezni.

Úgy gondolom, hogy pár értelmezési fogalmat is szükséges röviden felvetnem a továbbiak ismeretéhez. Az ökológiai rendszer (ökoszisztéma) tágabb értelmezésének vagyunk tanúi, mint régebben. Ma ez alatt a természeti és művi elemek (– mint élőhelyek) együttesének működését értjük. A környezet ilyen működtetését környezetfejlesztésnek és nem környezetvédelemnek nevezzük. Ez utóbbi a környezetfejlesztésnek a része. A környezet alatt három dimenziójú teret értünk. A környezet része mint a földfelszín adott, azonos jellegű területe a táj, amelynek elnevezése valamilyen aspektusból történhet. A tájjelleg, (vagy tájkarakter) tehát nem tájképből áll, hanem a gazdálkodás és kultúra révén is kialakult jelleg, karakter. Ilyen terület gondozását hívjuk tájgondozásnak, a védelmét pedig tájvédelemnek. A környezet, ezen belül a táj optimális hasznosíthatóságát mint eszköz a tájrendezés útján valósítjuk meg. A tájrendezés annyit jelent, mint az emberek, egyéb élőlények, tárgyak, dolgok egymáshoz való viszonyát, összefüggéseit, kapcsolatait, arányait az adott tájra, előre kitűzött reális célnak megfelelően értékelni, ez alapján fejleszteni (tervezni) kivitelezni és fenntartani. A tájrendezés része a területrendezés, amely az optimális térszerkezet kialakítására (művelési ágak, stb.) törekszik a gazdálkodás számára. A tájrendezés eszköze a tájtervezés, amelynek holisztikus (globális értékelés) és szeparacionista (részekből összetevő) módszerei vannak. Az elfogadottabb és korszerű módszerként a holisztikust alkalmazzuk azzal, hogy a szakági részeket ebből vonatkoztatjuk. E fogalomkörök rövid áttekintése után nézzük a tájértékelés ökonómiai kifejezhetőségének alapkérdéseit.

Az egyik legfontosabb kérdés az értékelés-filozófia, vagy értékelési szemlélet alkalmazása. Ugyanis nem mindegy, hogy egy táj potenciális értékét akarom-e kifejezni, vagy a táj optimális hasznosíthatóságát akarom-e biztosítani. Ezek természetes összefüggnek, de más és más megközelítést követelnek. A táj potenciális értékének a meghatározása – amennyiben ezt a mai ismereteink szerint kifejezhetjük – mindenekelőtt arra alkalmas, hogy az egyes tájak értékeit – feltételezve az azonos értékelő módszert – viszonyított értékrendbe sorolják. Tulajdonképpen ezzel még nem biztosítható az olyan optimális tájhasznosítás, amely a biológiai egyensúlyt, a gazdálkodási technológiák kapcsolatviszonyait is tükrözné. Úgy gondolom, hogy elsősorban nem a táj potenciális értékére van szükség a környezetét hasznosító embernek, hanem arra, hogy táj-adatbankkal (adatkataszter), továbbá az optimális gazdálkodást biztosító számítógépes programokkal (modellekkel) rendelkezzenek és ezek összevetése, manipulációja révén jusson optimális tájhasznosítási döntésekhez. Ezzel az értékelési filozófiá-

val elsősorban a gazdálkodás jelenlegi szintjéből fakadó optimális használat biztosítható. Ugyanis hiába rendelkezne pl. egy adott táj magas potenciális értékkel, ha a jelenlegi technika ennek felhasználására még nem alkalmas. Ugyanakkor ennek a fordítottja is jelentkezik. Ha pl. egy adott tájértéken túl magasabb értékkel lehetne biztosítani az optimális gazdálkodást, illetve használatot, akkor a tervezett gazdálkodást el kell vetni, mivel a terület (táj) adottságai ezt nem teszik hatékonyan lehetővé, vagyis alkalmazás esetén túlhasználat következne be. Más szóval felbomlik az adott táj biológiai egyensúlya. Meggyőződésem, hogy az utóbbi értékelési szemlélet, amelyet nevezhetünk pragmatikus értékelési szemléletnek is, ad hatékonyabb eredményt.

A következő alapkérdés az értékelés tárgyának a meghatározása. Ugyanis nem mindegy, hogy diszciplínák, szakterületek értékelési eredményeinek az összegzéséből, vagyis a részek értékeinek az összeadásából akarom-e meghatározni a tájpotenciált, vagy az optimális tájhasznosítást, vagy integrált multidiszciplináris megközelítéssel fejezem ki a tájkomplexitást, és ebből a részértékeket. Mindkét megközelítés más és más eljárást követel.

Az előbbi, amelyet szeparacionista megközelítésnek nevez a szakirodalom, a környezetet, a tájat nem tekinti holisztikus összességnek, hanem adott táj különböző élőlényeinek, tulajdonságainak, dolgainak, tárgyainak, stb. egymástól független tanulmányozását, értékelését adja.

Az utóbbit a szakirodalom holisztikus megközelítésnek nevezi, amely olyan integrált megközelítés, ahol az összetevőknek (környezeti, vagy tájelemeknek) olyan kombinációja, komplexitása kerül értékelésre, illetve fejlesztésre, amelynek eredménye több, mint a részeknek a pusztá összege.

A következő fő kérdés az ökonómiai kifejezhetőség módszerirányzatának alkalmazása.

Jelenleg a nemzetközi szakirodalom – beleértve a hazai ezirányú szakirodalmunkat is – a környezetnek, a tájnak az ökonómiai kifejezhetőségét a következő irányzatokkal igyekszik megközelíteni:

1. A terület (táj) energia forgalmának összegével teszik egyenlővé a táj potenciális értékét, teljesítőképességét. Ez a módszer nem számol a jelenségekkel, az eszmei értékkel.
2. Adott terület vízmennyiség adatait hozzák kapcsolatba a terület potenciális értékével. Ez a módszer a környezet csupán egy eleme alapján értékeli.

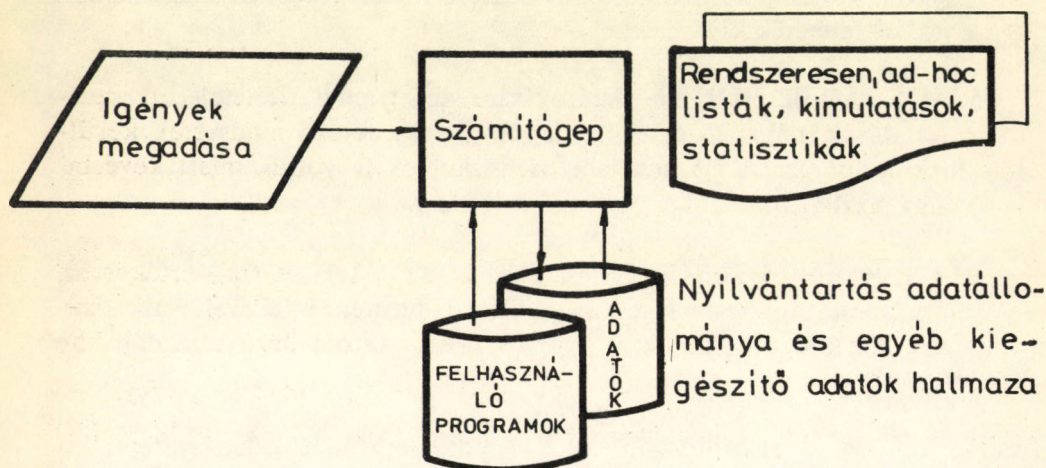
3. A táj részfunkcióit kifejező módszerek a terület teljesítőképességét egy-egy hasznosíthatóságra szűkítik. Pl.: a mezőgazdasági stb. Mindenekelőtt a költség és haszon összevetésével közelítik meg a tájpotenciált. Ezeknél a módszereknél a biológiai összefüggések úgyszólván teljesen hiányoznak.
4. Viszonyszámokkal történő terület-alkalmasság meghatározásának módszerei különösen az üdülési érték meghatározásaira terjedtek el. Ezen az elven alapul a hazai földérték meghatározásainak módszere is. Ezek a módszerek is részértékeket (objektív, vagy szubjektív) fejeznek ki.
5. Az ár nélküli érték meghatározására absztrahált, feltételezett szolgáltatások pénzbeli értékén alapuló értékkifejező módszerek kerültek kidolgozásra. A meglehetősen szubjektív voltak miatt kevésbé alkalmazhatók.
6. A helyettesítő költségbecslési módszerek a terület (táj) értékét az ott mérhető, mesterségesen előállított termék értékével vetik össze. Ezek a módszerek is csupán tájékoztató jellegű részadatokat nyújtanak.

Tulajdonképpen a felsorolt irányzatok egyike sem ad tökéletes kifejezhetőséget. Alkalmasak lehetnek azonban arra, hogy egy-egy részfunkció összefüggés-vizsgálatának alapjait képezzék.

Ezek azonban a táj optimális hasznosíthatóságára nem nyújtanak megbízható ökonómiai alapot. Ma már mind több és több kezdeményezés történik a rendszerszemléleten alapuló ún. holisztikus (komplex) tájértékelési módszer alkalmazására, a szeparacionista (részekből összetevő) értékelési módszerekkel szemben.

A további alapkérdés az adatok, karakterisztikák, beszerzésének, leltározásának, és tárolásának (adatbank), számítógépes feldolgozásának az igény szerinti rendezése. Ma ezen a területen véleményem szerint a hazai megoldások sok kívánnivalót hagynak maguk után. Mindenekelőtt az adatok beszerzése, a helyszíni felvételezés, adatátvitel és nem utolsósorban a fotointerpretációs eljárások módszereinek az egységesítését, valamint és legfőképpen az adattárolási módszer egységesítését kellene megoldani, éppen az adatátvitel megkönnyítésére. Ugyanis ma számtalan szakág tárol némely esetekben azonos jellegű adatot változó paraméterekkel, annak primér, vagy in-

tegrált formájában, amely adott szakági felhasználásra természetesen jó, de adatátvétel esetén nem biztosítja az alkalmazhatóságot. Szükségtelennek tartom az adattárolás hazánkban kialakult sokrétűségét. Törekedni kellene az adattárolás koncentrálására és méginkább az egységes módszer kialakítására, az egységes adatbankhoz való illetékeseknek — irányítás, ellenőrzés és gazdálkodás — hozzájutására. Az adatbank létesítéséhez mindenekelőtt az igényeket kell megismernünk. A felhasználói igények sémáját mutatja a látható ábra (1. ábra).



1. ábra

FELHASZNÁLÓI IGÉNYEK KIELEGÍTÉSE

A sémán látható az igények megadásának és a felhasználói programoknak a számítógépes kapcsolata. A sémából is kitűnik, de méginkább az elmondottakból, hogy az értékelést érinti maga a döntési folyamat is, ezért nem célszerű és nincs is szükség értékjegyzék készítésére, hanem csak adatgyűjtésre, illetve adattárolásra, hogy adott döntés számára rendelkezésre álljon az információ, amely alapján meghatározható az optimális használhatóság. Az érték mindig emberekre és helyzeteikre specifikus. Az értékelés mindig egy folyamat, amelynek van árral és ár nélküli kifejezhető értékrendje. Az árazott érték megközelítése, illetve kifejezése könnyebb megoldás, mint

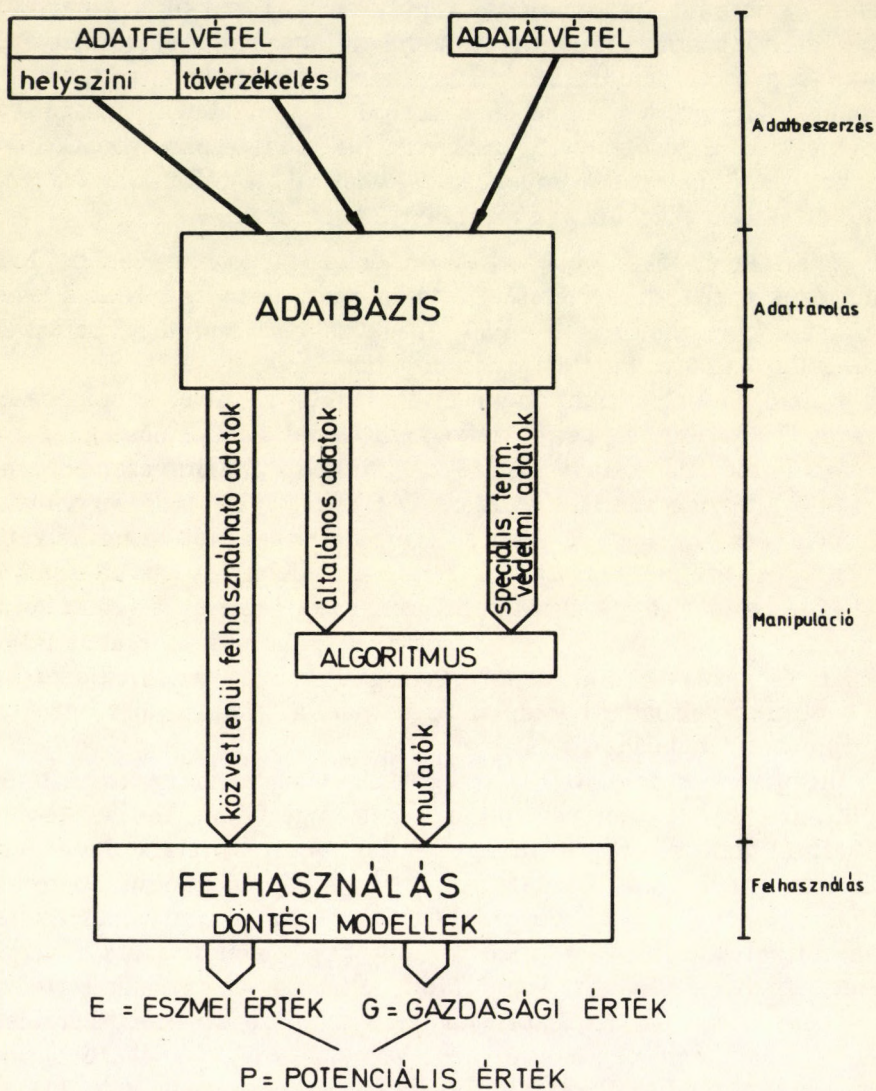
az árnyékúli értéké, amelyet nevezhetünk eszmei értéknek is. Történelmi, oktatási, kultúráli, tudományos, vagy ökológiai célból származó, védelemből eredő hasznokat nehéz értékelni. Mindezek létrejöhetnek anélkül, hogy a fogyasztó ténylegesen elfogyasztana egy fizikai javat, vagy akár használná, vagy igénybevenné ezen szolgáltatást. Ezeknek a hasznoknak a legtöbbje csak a jövőben élő embernek jut, ezért ezekre vonatkozó döntéseinket legtöbbször a kompenzációs, absztrahált informális összehasonlítható értékítéletekkel hozzuk meg, illetve fejezzük ki.

A tájértékelés ökonómiai kifejezhetőségének koncepcionális bemutatására, ezek vázlatos ismertetésére a tájon belüli természetvédelmi területek ökonómiai kifejezhetőségét, ennek megközelítését mintegy példaként ismertetem az ezirányú kutatási eredményeink alapján.

A védett területek ökonómiai értékelési eljárásainak kidolgozására az Országos Környezet és Természetvédelmi Hivatal az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőrendezéstani tanszékén működő Környezetvédelmi Kutatócsoport részére adott megbízást. Az OKTH olyan módszer kialakítását tűzte célul, amely lehetővé teszi a területfejlesztési, táj- és természetvédelmi célok összevetését, elősegíti a természetvédelmi és gazdálkodási érdek – látszólagos és valós – ellentmondásainak értékelését, a védett területek információs rendszerének a megvalósítását, valamint a területhasznosítás politikai és gazdasági döntéseinek a megalapozását. Ezen előadás keretében e sokrétű feladat megoldásának csupán a koncepcióját vázolom, az eddigi kutatási eredményeink alapján.

E problémakör feladatainak megoldása világszerte az érdeklődés középpontjába került, amelyet a környezet- vagy tájértékeléssel foglalkozó nagyszámú szakirodalom is tükröz. A környezet kutatása olyan jellegzetesen interdiszciplináris feladat, amely a vonatkozó szaktudományok széleskörű együttműködésén alapszik. Ez fokozottan érvényes a természetvédelmi területek értékelését célzó kutatásokra, mivel feladata a védett területhez kötött környezet, vagy tájrész általános és speciális természetvédelmi tényezőnek a vizsgálata, valamint az összefüggésrendszereinek feltárása. Napjainkban még a környezet, vagy táj általános jellegű ökonómiai értékelése sincs elfogadható módon kidolgozva. Gondolunk itt elsősorban az optimális tájhasználatot biztosító tájértékelésre, amely alapja a táj túlhasználat elkerülésének.

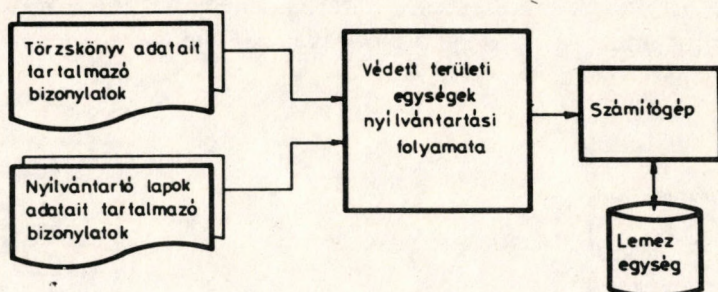
A védett területek ökonómiai kifejezhetőségére mi is a holisztikus értékelési módszert alkalmazzuk azzal, hogy a komplex értékelés részeinek a kifejezése is elengedhetetlen. Ez a módszer feltételez egy adatbankot (2. ábra) az ehhez kapcsolódó információs rendszert (manipulációs szakasz), valamint döntési rendszert (modellek alapján történő kifejezhetőséget).



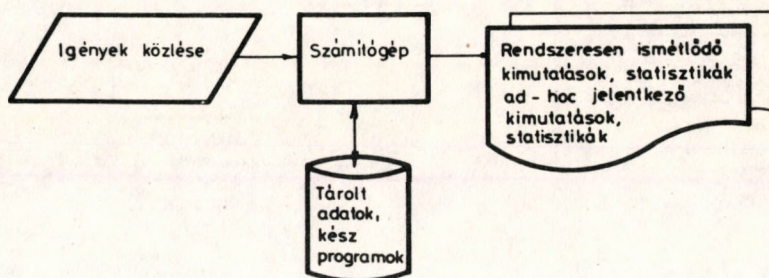
2. ábra

Az adatok forrásának és felhasználásának elvi
sémája

Ezek alapján fejezhetjük ki adott terület, adott célnak megfelelő potenciális hasznosíthatóságát, vagy a védett területek esetében azok természetvédelmi értékét.



AZ INFORMÁCIÓSZOLGÁLTATÁS FOLYAMATA



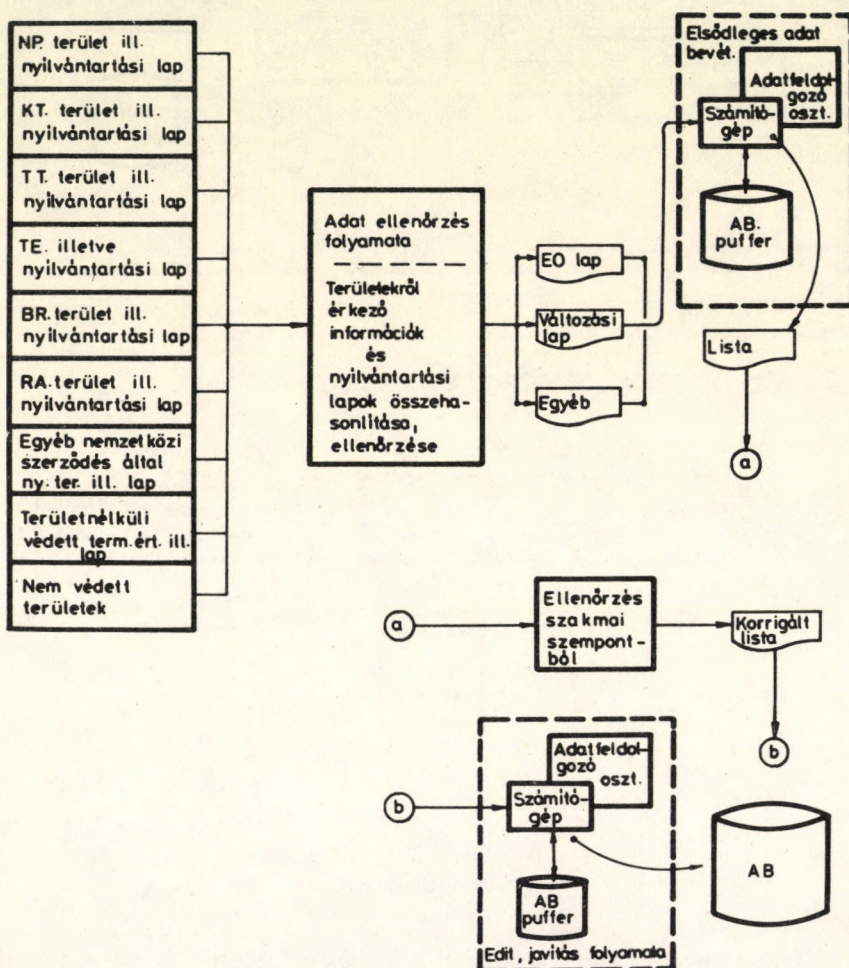
3. ábra

AZ ALAPADATOK TÁROLÁSA SZÁMÍTÓGÉPEN

A látható séma (3. ábra) az alapadatok számítógépen történő tárolásának összefüggéseit, valamint az információ szolgáltatás folyamatát demonstrálja.

Az adatbank védett területre vonatkozó adatbevitelét mutatja a látható séma. (4. ábra)

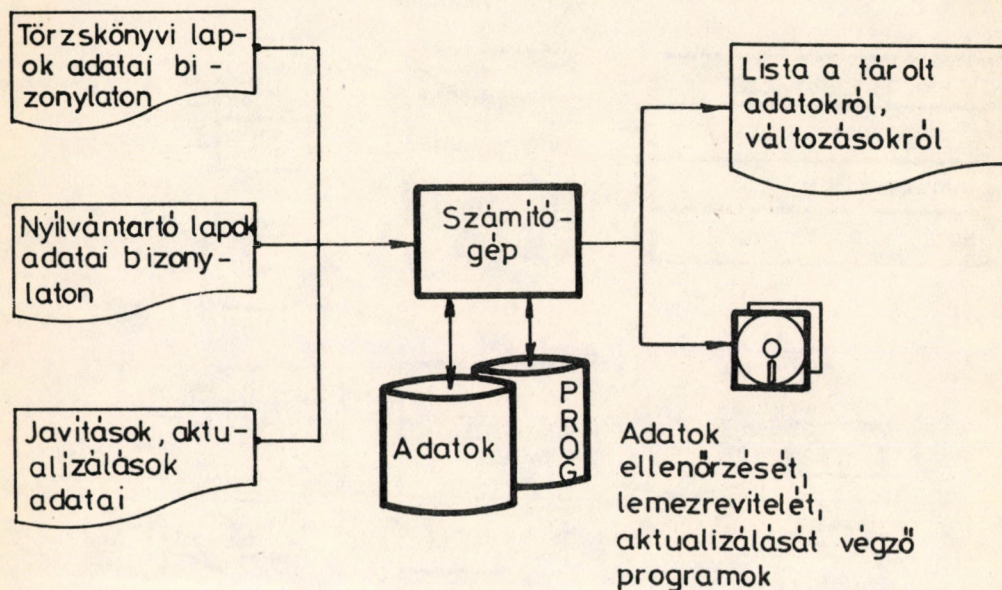
A védett területek kategóriáinál lévő adatnyilvántartási lapok kitöltéséhez szükséges adatállomány beszerzése, leltárba vétele nagyon fontos feladat. Ebben, – mint ahogy a következő előadás is ezt tanúsítja – a fotointerpretációnak meghatározó szerepe van.



4. ábra

TERÜLETEK ADATAINAK BEVITELE AZ ALRENDSEMBERBE

Az adatbank nyitottságának kialakítása, valamint az adatok aktualizálása az értékelésből adódó döntéshez ugyancsak fontos feladat. A látható ábra (5. ábra) ezen összefüggések sémáját fejezi ki.

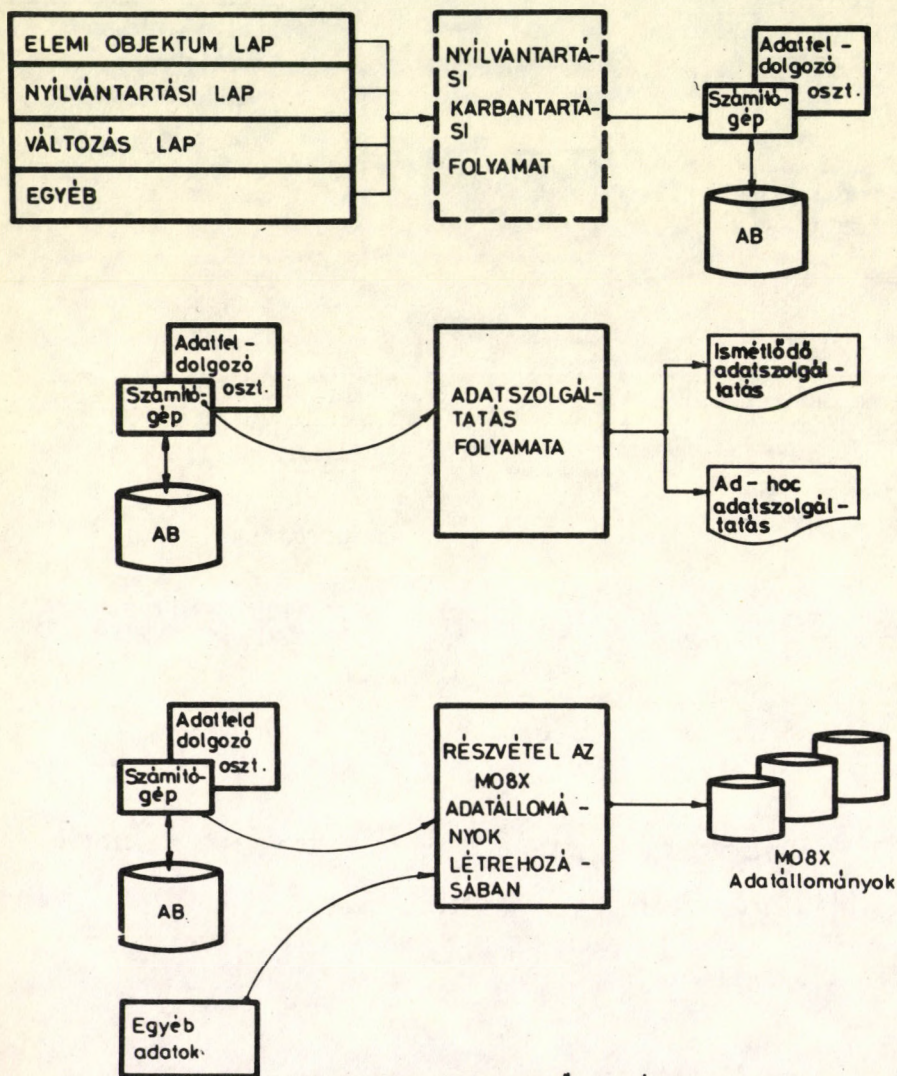


ADATOK SZÁMÍTÓGÉPREVITELE, JAVÍTÁSA AKTUALIZÁLÁSA

5. ábra

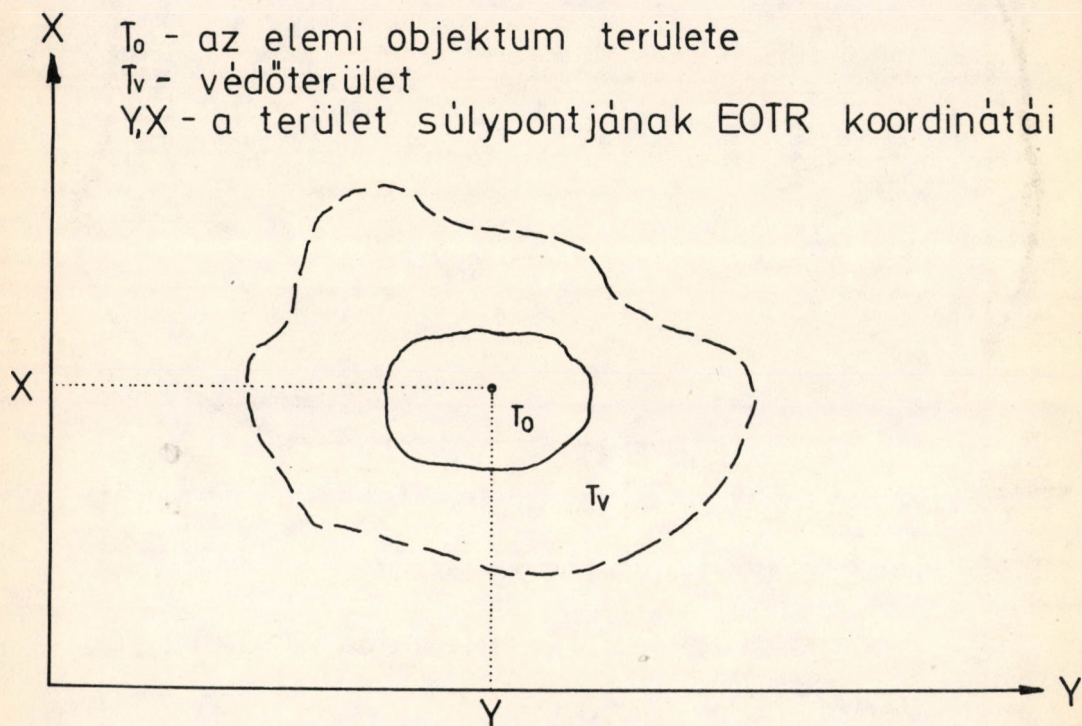
A VÉDETT TERÜLETEK SZÁMÍTÓGÉPES NYILVÁNTARTÁSI RENDSZERÉNEK FELEPÍTÉSE

Az adatbázis működésének sémáját mutatja a következő ábra (6. ábra). Az ábra demonstrálja a nyilvántartás ún. karbantartási folyamatot, az adat-szolgáltatás folyamatát, valamint az adatállományok létrehozásának számítógépes rendszerét.



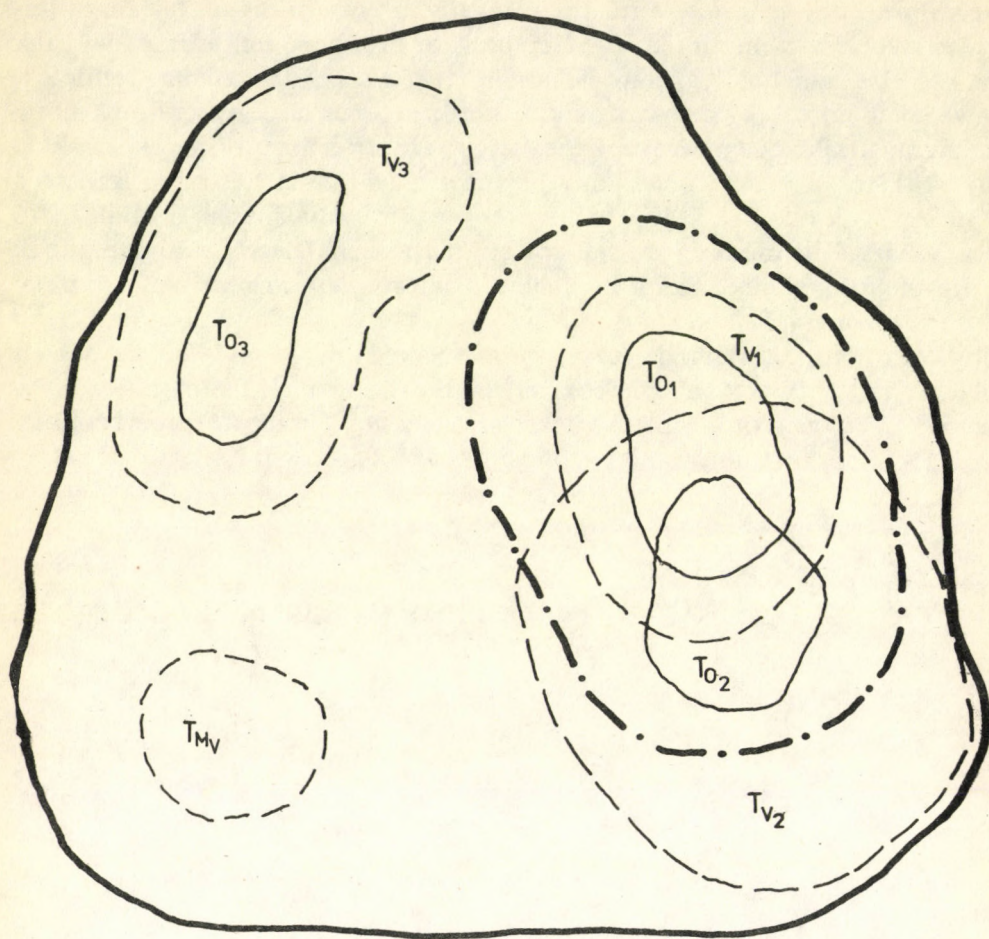
ADATBÁZIS MŰKÖDÉSE
6. ábra

Ahhoz, hogy a védett területek értékelhetőségét ki tudjuk fejezni, a természetvédelem szempontjait figyelembe véve olyan modell kialakítása válik szükségessé, amelyik egyaránt alkalmazható a természetvédelmi területek, tájvédelmi körzetek, nemzeti parkok szerkezetének az egyszerűsített ábrázolására, továbbá segítségével képezhetők, absztrahálhatók, pontszámokkal átalakíthatók a védett objektum lényeges tulajdonságai és modellezhető a védelem érdekében kifejtett tevékenység is. Általánosan alkalmazható egzakt vizsgálati módszer csak akkor építhető ki, ha eleget teszünk ezeknek a követelményeknek. Ezért ki kellett alakítani egy *alapegységet*, amit mi *természetvédelmi elemi objektumnak* neveztünk el (továbbiakban elemi objektum). Ez alatt mindig olyan természetvédelmi jelentőségű természeti objektumot értünk, amelynek kiterjedése földrajzi területtel is jellemezhető. (Ez a megközelítés lehetővé teszi az Egységes Országos Térképrendszer „EOTR” koordinátáinak, mint azonosítóknak az alkalmazását.) (7. ábra)



7. ábra

Az elemi objektum térképi ábrázolása



- A természetvédelmi terület jelenlegi határa
- Magterület jelenlegi határa
- Elemi objektum területének határa
- Védőterület határa

8. ábra

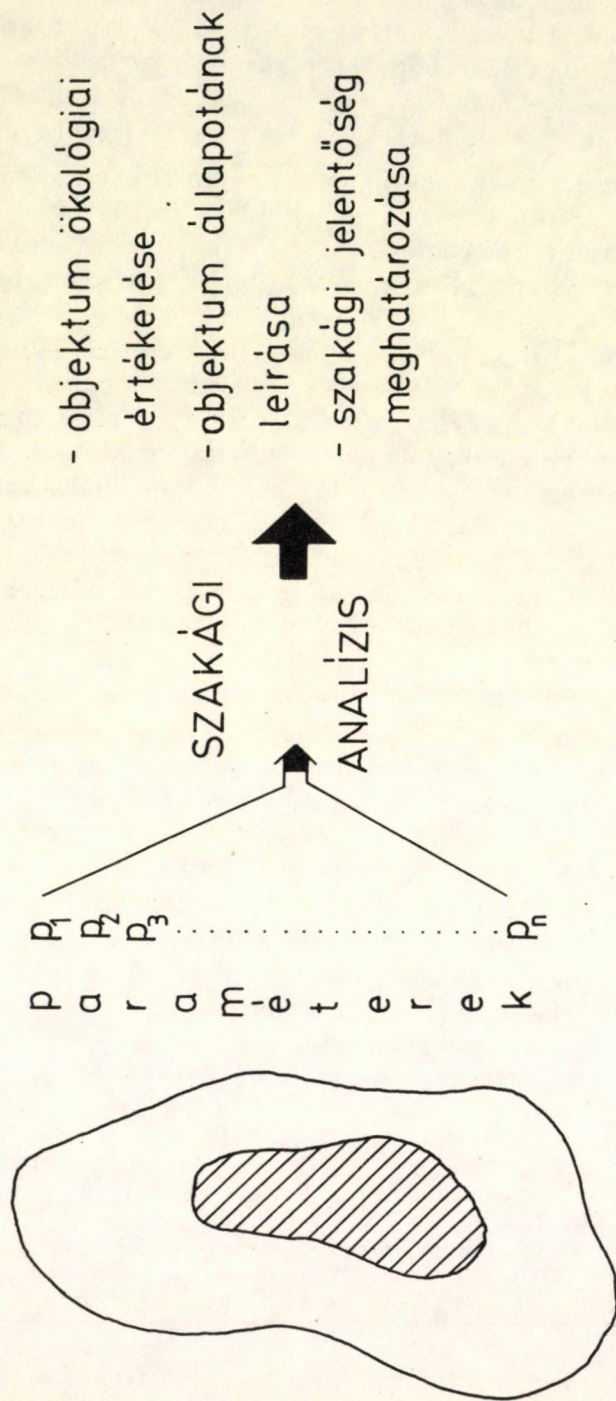
Természetvédelmi terület ábrázolása elemi objektumai alapján

Ez tehát azt jelenti, hogy az elemi objektum fogalma nem azonos a természeti objektum fogalmával. A természeti objektum felépíthető az elemi objektumok valamely kombinációjából. Tehát tartalmazhat több külön értékelendő azonos jelentőség-fajtájú elemi objektumot is, de természetesen különböző jelentőség-fajtájú elemi objektumok összessége is lehet (8. ábra).

Az, hogy a természeti objektumok ilyenfajta felbontása bonyolultabbá teszi a természetvédelem tárgyának megnevezését, részben látszólagos, másrészt ez szubjektumtól függő kérdés is. Úgy gondoljuk, hogy ez a felosztás biztosítja az egyféle, azonos szempont szerinti vizsgálhatóságot, továbbá a védelem hatékonyságának fokozását. Ugyanazon természeti objektum elemi objektumainak területi kiterjedése ugyanis más és más lehet, a területi kiterjedés (elhelyezkedés) pedig az elemi objektum speciális jellegétől függő természetvédelmi értékelést, döntést tesz szükségessé. Az elemi objektumok területei átfedhetik egymást, sőt azonosak is lehetnek. Ez statisztikai zavart okozhat, amelyet azonban az EOTR koordinátákkal történő azonosítással, numerikus, vagy hagyományos módszerű tematikus térképek segítségével kiküszöbölhetünk. Az elemi objektum védelmét szolgáló területeket „védő terület”-nek neveztük el. Ennek nagysága a védett elemi objektum jellegétől és az alkalmazott védelmi módszerek fajtájától függ, de ennek nagysága 0 is lehet.

Az elemi objektum területe tehát tulajdonképpen olyan *területidom* (három dimenziójú!), amelynek védelméről feltétlenül gondoskodni kell. A védőterület pedig az elemi objektumot védi, s ennek nagysága a védelemre fordított közvetlen pénzeszközök mennyiségével is összefügg. Ezek vizsgálatai mindenekelőtt az elméletileg optimális védett területnagyság és a gyakorlati természetvédelem közti eltérés gazdasági kihatásait is tükrözik.

A modell alapegységének, az elemi objektumnak vizsgálatához, értékeléséhez és térképi ábrázolásához szükséges aktualizált adatok gépi tárolásával – itt is – egy egységes *adatbank* létesítése szükséges. Az adatbankból nyert karakterisztikák, jellegek, vagy ahogy sokan nevezik – paraméterek – analízisével megközelíthetjük, absztrahálhatjuk a táj – a mi esetünkben – a védett területek árazott és ár nélküli (eszmei) értékét (9. ábra).



9. ábra

Szakági értékelés sémája

Valamely elemi objektum szakági jelentőségének eszmei (árnélküli érték) értékpontban való kifejezését függvénykapcsolat alkalmazásával közelítjük meg. Feltételezzük ugyanis, hogy a különböző szakági jelentőséget meghatározó módszerek más-más relatív értékpont-intervallumot alkalmaznak, továbbá azt, hogy adott elemi objektum szakági jelentőségének nagysága a szaktudományon belül más súllyal jelentkezik, mint az össztársadalmi megítélésben. Ezen összefüggést az általános formájú függvénnyel fejezhetjük ki: ($\epsilon = f(I_{sz})$). Eszmei érték nagysága = f (szakági jelentőség nagysága).

A függvénykapcsolat feltárása alapvetően két úton történhet. Az egyik lehetőség szerint a különböző jelentőségfajtákra vonatkozó súlyozó szorzótényezőket állapítottunk meg és az egyes szakági értékskálákat azonos intervallumra absztraháljuk, illetve számítjuk át.

A másik megoldási lehetőség esetében felvesszünk egy olyan függvényt, amely lehetővé teszi annak kifejezését, hogy alacsony szakági jelentőség végtelen alacsony eszmei értéket, a kiugróan magas jelentőség pedig végtelen nagy eszmei értéket képvisel. Ezen elgondolásunk alapját az képezi, hogy feltételezésünk szerint a szakági jelentőség és az eszmei érték közti kapcsolat nem lineáris. Ezt támasztja alá az a gyakorlati megítélés is, hogy ha valamilyen természeti objektum előfordulási gyakorisága csökken, a társadalmi jelentősége ugrásszerűen emelkedik. Tehát a társadalmi jelentőség nagysága nem egyenes arányosságban áll az előfordulás gyakoriságával. Ebből következik, hogy a védett terület eszmei értéke a védett területen lévő elemi objektumok eszmei értékének egyszerű összegzésével nem állapítható meg.

A természetvédelmi területen lévő különböző jellegű és értékű elemi objektumok, illetve elemi objektum sorozatok összevont eszmei értékének megállapításához az egyes eszmei értékeket értékpont nagyság szerint sorba kell rendezni (10. ábra).

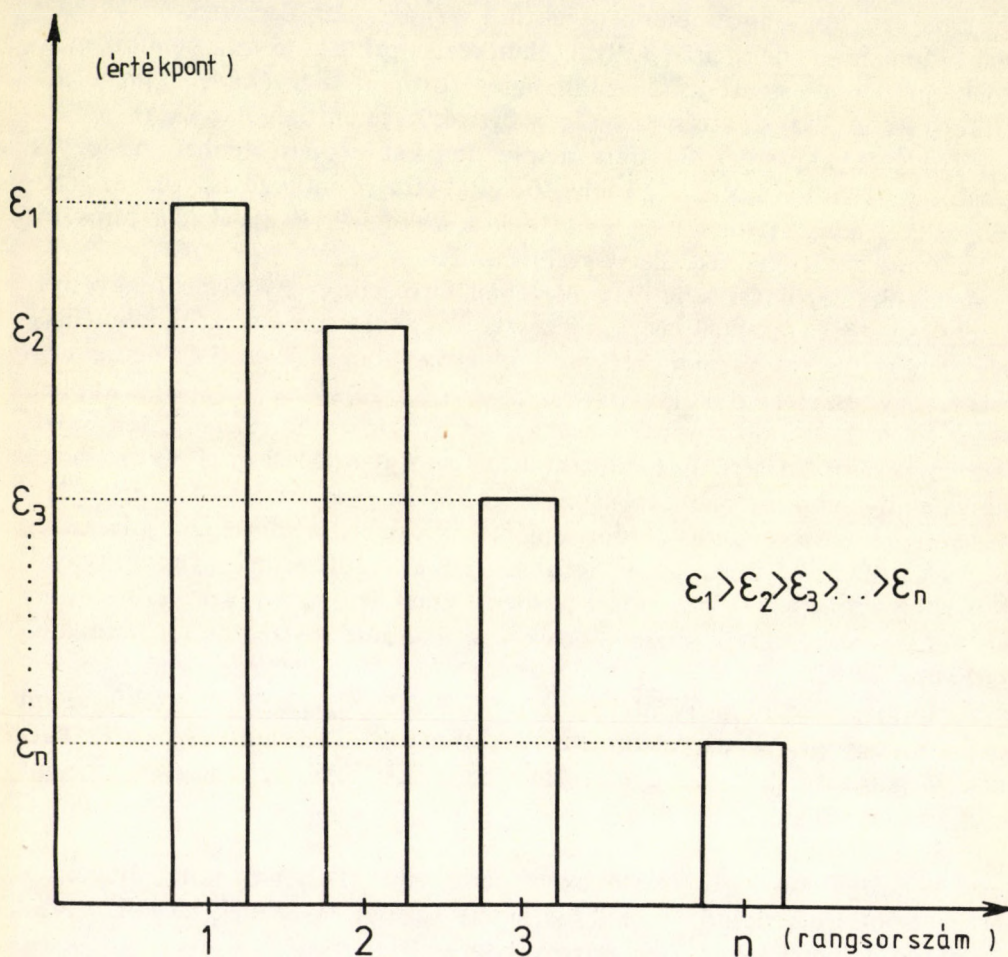
A legmagasabb eszmei értékeket mértékadó eszmei értéknek neveztük el. A természetvédelmi terület összevont eszmei értékének megállapítását az ábrán látható képlet segítségével kíséreltük meg. ($E_1 E_2 E_3 \dots E_k$) feltétel mellett, vagy összevonva:

$$\epsilon_{Tv} = \sum_{i=1}^k \epsilon_i \cdot \frac{1}{i^2} \quad \epsilon_{Tv} = \epsilon_1 + \epsilon_2 \cdot \frac{1}{4} + \epsilon_3 \cdot \frac{1}{9} + \epsilon_k \cdot \frac{1}{k^2} .$$

ϵ_{Tv} = a természetvédelmi terület eszmei értéke

i = rangsorszám, ϵ_i = az i -edik rangsorszámú eszmei érték.

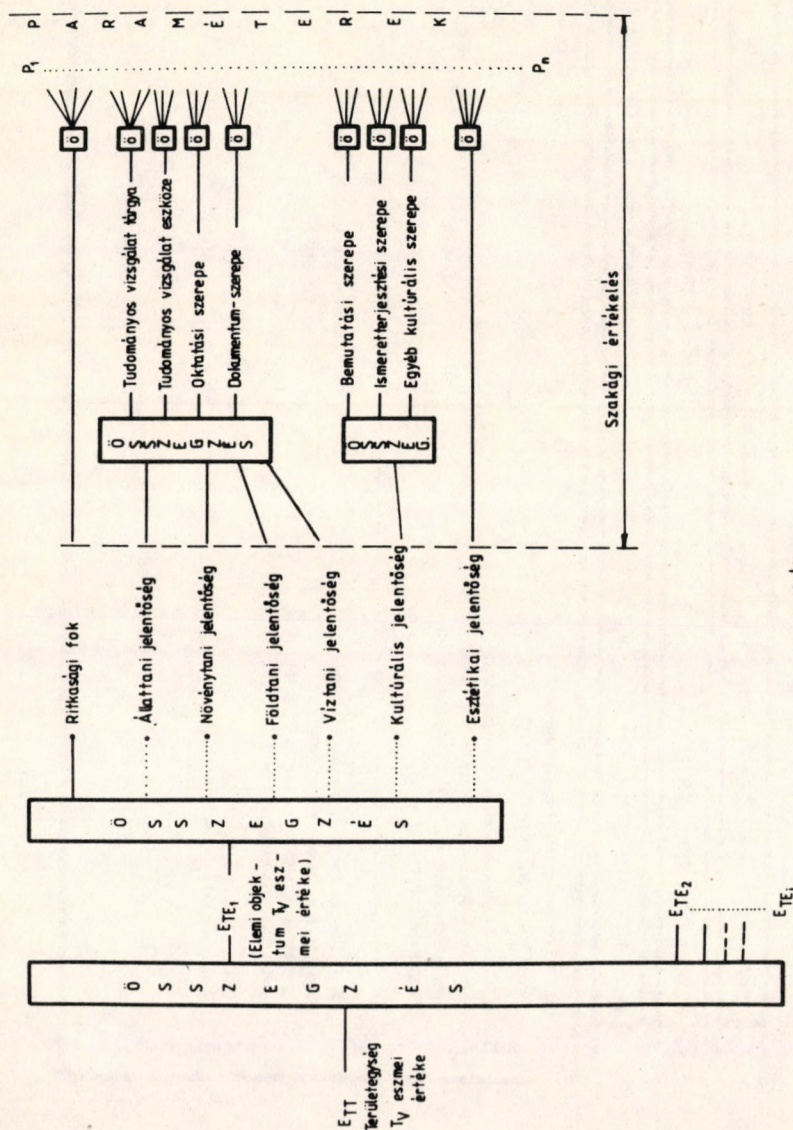
Ezzel a képlettel a tájvédelmi körzetek, nemzeti parkok eszmei értékének az absztrahálása is megoldható, hisz ezek is elemi objektumokból építhetők fel.



10. ábra

Eszmei értékek értékpont nagyság szerinti rendezése

A védett területek eszmei érték meghatározásának sémáját mutatja az ábra. Az ábra rávilágít az elemi objektumok területén előfordulható különböző jelentőség kategóriák és felhasználási területek, szakági értékelések kapcsolatviszonyaira, illetve a meghatározandó adatfélések összegyűjtésére, paraméterek kifejezésére. (11. ábra)



11. ábra

A TERMÉSZETVÉDELMI ESZMEI ÉRTÉK MEGHATÁROZÁSÁNAK SÉMÁJA

AZ ÉRTÉKELÉSI RENDSZER KONCEPCIÓJA
 A RENDSZERBE BEVONT ÉRTÉKTÍPUS AZ ÉRTÉKELÉS SZAKASZAI

I. SZAKASZ Számavételi egység: Termévd. elemi objektum ill. védőterület		II. SZAKASZ Számavételi egység: Védett terület	III. SZAKASZ Számavételi egység: Védett terület, vagy azok összessége
TERMÉSZETVÉDELMI ESZMEI ÉRTÉK $\dot{E}_{TV1} \quad \dot{E}_{TV2} \dots \dot{E}_{TVn}$		$\Sigma \dot{E}_T$ (pontszám)	$\Sigma \dot{E}_T$ (Ft)
REKREÁCIÓS ESZMEI ÉRTÉK		$\dot{E}_R = \Sigma \dot{E}_{ER}$ (pontszám)	$\Sigma \dot{E}_R$ (Ft)
VÉDELMI ESZMEI ÉRTÉK $\dot{E}_{V1} \quad \dot{E}_{V2} \dots \dot{E}_{VK}$		$\Sigma \dot{E}_V$ (pontszám)	$\Sigma \dot{E}_V$ (Ft)
A természetvédelmi tevékenységből adódó pénzben mérhető hozamok. A területen folyó termelés hozamainak ökonómiai értékelései (magukban foglalják, a természetvédelmi érdekek érvényesítése mellett haszonvesztéseket.)		ΣH_T (Ft)	ΣH_T (Ft)
		$H_{i1} \quad (m^3 \text{ t. q. stb.}) \dots$ $\dots H_{ik} \quad (m^3 \text{ t. q. stb.}) \dots$	ΣH_{ik} (Ft)
A területen folyó termelés költségei ágazati ökonómiai értékelése (magában foglalja a természetvédelemből eredő többletkiadásokat is.)		$K_{i1} \quad (m^3 \text{ t. q. stb.})$ $K_{i2} \quad (m^3 \text{ t. q. stb.}) \dots$ $\dots K_{ik} \quad (m^3 \text{ t. q. stb.})$	ΣK_{ik} (Ft)
A természetvédelmi kezelés költségei.		$K_T \quad (m^3 \text{ t. q. stb.}) \dots$	ΣK_T (Ft)

12. ábra

Az ökonómiai értékelést mindig valami társadalmi hasznosítási irány kielégítésének szempontjából tartjuk lehetségesnek. A természetvédelem alatt álló terület egyidejűleg lehetséges funkció alapvetően három rész-funkció-csoportba: *védelmi, rekreáció és termelési* csoportba sorolhatók.

Az értékelési rendszer átfogó koncepcióját fejezi ki a látható ábra, amely az eszmei érték típusoknak a szakaszonkénti értékelési összefüggéseit, költségviszonyait fejezi ki. Az I. szakasz az elemi objektumot és védőterületet, a II. szakasz a védett területre, a III. szakasz a védett területek összességét mutatja. A bevételek hozamértéket, a kiadások költségeket tartalmaznak. (12. ábra)

Az elemi objektum területének közvetlen termelési hasznosítása általában alacsony fokú, vagy tiltott, s a nem látogatható területek esetében a rekreációs funkció hasznosítása is alacsony, vagy kizárt. A védő területek azonban a termelési és rekreációs hasznosításra egyaránt alkalmasak. Elvonhatják a látogatókat az elemi objektum területéről.

A termelési funkciók gazdasági eredményeinek összetevői teljes egészében, míg a rekreációs és védelmi (árnélküli értékek) csak részben fejezhetők ki pénzegységben. A pénzben ki nem fejezhető hozamokat, jelenségeket (árnélküli érték) relatív pontozással fejeztük ki, és ezt absztraháljuk, amelyet rekreációs (eszmei) értéknek neveztünk el.

A termelés és rekreációs funkció-csoport pénzbeni értékelését háromféle úton látjuk megközelíthetőnek:

- bruttó termelési érték,
- hozam-költség segítségével kidolgozott jövedelem,
- különbözeti járadék útján.

A termelési funkció ökonómiai értékeléséhez a képletből leolvasható alapadatokat használtuk fel:

- V = naturális hozam ($q \cdot m^3$, stb.)
- \hat{A} = fajlagos érték ($\text{ár}/Ft/q \cdot Ft/m^3$, stb.)
- \hat{E} = érték
- K = költség
- f = termesztési idő tartama (vágásforduló).

Bruttó hozam szerinti érték: $V \times \hat{A} = \hat{E}_{br}/ha/év$

$$\frac{V \times \hat{A}}{f} = E_{br}/ha/év \text{ pl.: erdőnél}$$

Hozam-költség szerinti érték:

$$V \times \bar{A} - K = \bar{E}_j / \text{ha/év}$$

$$\frac{V \times \bar{A} - K}{f} = \bar{E}_j / \text{ha/év} \quad \text{pl.: erdőnél}$$

Különbözeti járadék szerinti érték:

$$(V \times \bar{A}) - 1.2 K = \bar{E}_r / \text{ha/év}$$

$$\frac{V \times \bar{A} - 1.2 K}{f} = \bar{E}_r / \text{ha/év} \quad \text{pl.: erdőnél}$$

A rekreációs funkció ökonómiai értékelés eredménye elsősorban mint üdüléssel kapcsolatos szolgáltatás, a természetes hozamok és ezzel szoros összefüggésben lévő értékhozamok csökkenését vonja maga után. De ennek fordítottja is előállhat (pl. szolgáltatásért fizetett belépti díjak, használati díjak).

A rekreációs érték meghatározása is háromféleképpen történik:

- bruttó hozam,
- nettó hozam,
- különbözeti járadék szerint.

A nettó hozam szerinti értékelés erdőre vonatkozó képletét láthatjuk az ábrán.

$$I = \sum \bar{A}_{fh} + \sum H_{rek} - (\sum K_{ft} + \sum K_{fh} + \sum K_{ált} + \sum K_{rek}).$$

Ahol \bar{A}_{fh} = a fahasználati értékhozam
 H_{rek} = a rekreációs értékhozam
 K = a fatermesztési (K_{ft}), fahasználati (K_{fh}) és általános költség ($K_{ált}$)
 K_{rek} = a rekreációval kapcsolatos költségek.

Ha a különböző funkciócsoportok értékelését egzakt kifejezéssel elvégezzük, ki tudjuk mutatni a természetvédelmi tevékenység *népgazdasági szintű költségét* is a látható képlet alapján:

$$F = E_{TK} + E_{RK} + K.$$

Ahol:

- F = term. védelmi funkció népgazdasági szintű költsége
- E_{TK} = a termelési funkciócsoportban a korlátozó intézkedések miatt bekövetkező eredményváltozás
- E_{RK} = a rekreációs funkciócsoportban a korlátozó intézkedések miatt bekövetkező eredményváltozás
- K = közvetlen természetvédelmi költségek.

Az egyes funkciók értékének és a természetvédelem népgazdasági szintű költségeinek ismeretében lehetőségünk nyílik a hatékonyság kérdésének vizsgálatára is a következő képletek segítségével:

$$R = \frac{H_n + H_\epsilon}{K_\circ}$$

- Ahol: R = területhasznosítás hatékonysága
- H_n = a területről nyerhető természetes hozamok pénzértéke
- H_ϵ = a területről nyerhető eszmei érték pénzegységre absztrahálva
- K_\circ = a terület hasznosításának összes költsége.

$$M = \frac{\epsilon}{E_{TK} + E_{RK} + K}$$

- Ahol: M = a természetvédelem fajlagos költségmutatója
- E_{TK} = termelési eredménycsökkenés
- E_{RK} = rekreációs eredményváltozás
- K = közvetlen természetvédelmi költségek
- ϵ = eszmei érték.

A természetvédelmi területek *hasznosításának gazdasági* hatékonyságát, valamint a természetvédelem fajlagos költségmutatójának kifejezésére az utóbbi képletet alkalmaztuk. A fajlagos költségmutató az eszmei hozam értékpontszámainak az átszámítását közvetett úton hivatott kifejezni. A feladat nehezebb része az eszmei pontérték pénzegységre történő összegzése, vagyis a tájpotenciál – ebben az esetben a védett területek – potenciális pénzbeni értékének a kifejezése.

Összefoglalva az elmondottakból kitűnik, hogy a védett területek értékének ökonómiai megközelíthetősége is mindenekelőtt az adatbázison alapul. Ezért szükségesnek tartjuk a hazai az EOTR koordinátáin alapuló *egységes adatbank* létrehozását, amely alapja a környezet, a táj optimális hasznosíthatóságának, ezen belül a védett területek értékelésének is.

A felvázolt koncepció alapul szolgálhat a tájértékelésre, a hazai természetvédelmi területek különböző kategóriáinak tipologizálására, a pragmatikus osztályozására, értékelésére, a károk felmérésére, a népgazdasági szintű költségek megállapítására, az irányítás és döntéshozatal jobb megalapozására

A TÁVÉRZÉKELES FELHASZNÁLÁSA A KÖRNYEZET ELEMZÉSÉHEZ

GERENCSÉR MIKLÓS

Bevezetés és feladat

1960 óta — amikor E. Pruitt a távérzékelés szót először használta — egy új interdiszciplináris tudományág körvonalai rajzolódnak ki előttünk, mely az elmúlt két évtizedben jelentős utat tett meg. Nem kétséges, hogy az út fontos állomásai a múlt század 50-es éveire nyúlnak vissza, amikor az ember rögzített ballonról először légifelvételeket készített. A rendszeres légifényképezések az I. világháború alatt váltak általánossá és az első fotointerpretációs alkalmazásokat a két világháború közötti időre tehetjük. A II. világháború újabb lökést adott a légifényképezés fejlődésének, de a korabeli „magas feloldású” légifényképező rendszerek a 10 vonalpár/mm-t alig lépték túl. Ugyancsak megjelentek a színes légifilmek, így a „*Camouflage detection*” film, amely a napjainkig széles körben használt infraszínes film elődje volt.

A kutatók nagy erőfeszítéseket tettek az operatív körülmények között elérhető feloldóképesség növelésére, s így a 60-as évektől a nagyteljesítményű felderítő rendszerek elérték, illetve meghaladták a 100 vonalpár/mm feloldóképességet, ami a polgári légifényképezéssel elérhető feloldóképességnek több, mint ötszöröse volt. Ez pedig nagyságrenddel nagyobb információkapacitással egyenértékű.

A 60-as években értesültünk először az ún. leképező radarokról, melyek évszaktól, napszaktól, időjárástól függetlenül működtethetők a mm és cm hullámhossztartományokban. Azóta a leképező radarok egyre tökéletesedtek, a szintetikus apertura radarok 1:30 000 képméretaránynál elérik a 2–3 m terepi feloldást.

Az elmúlt évtizedben kidolgozott Landsat többhullámsávú pásztázó rendszerek pedig — jóllehet kísérleti jellegűek — az évek során nagy lépést tettek az operációs rendszerek felé. Erre mutat, hogy ma már a világon mintegy 10 vevőállomás működik. Számos ország, — többek között hazánk is — kifejlesztette, vagy megvásárolta a Landsat és követői feldolgozásához szükséges hardver és szoftver hátteret, és kísérletet tett a Landsat-felvételek gyakorlati felhasználására.

A nagy érdeklődés, valamint a számítástechnika fejlődése kedvező feltételeket teremtett a számítógéppel végezhető jelfelismerés és osztályozási technikák kifejlesztésére. Ezen belül a spektrális jelfelismerés a legtöbb államban technológiai szinten áll.

Az űrfelvételek korai időszakában, amikor a számítógépes feldolgozás a fejlesztés állapotában volt, számos analóg értelmezést láthattunk, melyek érclelőhelyek, tektonikai óriásvonalak felfedezéséhez vezettek. Ugyancsak az analóg értelmezés eredményei közé sorolhatunk számos kisméretarányú tematikus térképezést, melyet megerősített a digitális kartográfia ez idő alatt bekövetkezett fejlődése.

Bevezetőnkben próbáljuk megfogalmazni, hogy mi lehet az erőforrás feltérzési célú távérzékelés feladata?

Első helyen kell említünk újabb nyersanyaglelőhelyek felfedezését és kiaknázását, melyek az emberiség alapvető létérdekeit érintik.

Ugyancsak itt kell megemlítenünk az élelmiszer és víztartalékok kiaknázását és feltérzését. Ebben a kérdésben magyar kutatók is kimagasló eredményeket értek el, hiszen évtizedek óta rutinszerűen használnak légi- és űrfelvételeket édesvízi fúrások optimális telepítésének megállapításához.

A távérzékelés rendszeres alkalmazásától várjuk a nagy területeket érintő környezeti változások felderítését, melyek szűkebb térbeli és időbeli távlatból nem ismerhetők fel. A változások folyamatos követése elsősorban a meteorológia területén hozott kézzelfogható eredményeket. Ám a különböző időpontban készített felvételek egybevetése, vagy miként a számítástechnikában nevezik, keresztkorrelációja a jég- és hómezők változásának követésében, a települések fejlődési irányzatainak megállapításában, a természetes vegetáció hosszabb periódusú, évtizedes változásainak kimutatásában egyetlen és versenytárs nélküli eszköznek bizonyul. A felvételek információsűrűsége ugyanis lehetővé teszi, hogy a térképeknél részletesebb adatokat kapjunk a jelenségekről.

Nem utolsó sorban emlékezünk meg a mezőgazdasági terméshozamok előrejelzéséről, mely az elmúlt években távérzékelési és meteorológiai paraméterek bevonásával, világméreteken 5% hibával jelezte a várható termést, befolyásolta a világpiaci árakat, egyúttal politikai hatása is jelentős.

Végül pedig a távérzékeléstől várja a világ, hogy a még mindig nyomasztó térképellátási gondok megszűnjenek, mivel minden, nagyobb területre kiterjedő emberi beavatkozás alapja a térkép.

A távérzékelés és a világ térképellátottsága

Az erőforrás-kutatási célú távérzékelés napjainkban döntően az optikai fotográfiai légifényképezésen és a többhullámsávú pásztázó rendszereken nyugszik. Az előbbi alapvetően topográfiai vonalas szerkezetű és térbeli, az utóbbi pedig speciális tematikus információkat közvetít a Földről.

A topográfiai térképek ma szerte a világon fotogrammetriai felvételek alapján készülnek. Úgy tűnik azonban, hogy a klasszikus légifényképezés eszközeivel a világ térképellátási gondjai nem oldhatók meg, mivel napjainkig a szárazföldi területek mintegy egynegyedéről állnak rendelkezésre 1:50 000 méretarányú topográfiai térképek.

Kétségtelen, hogy a légifényképező rendszerek napjainkig nagy tökéletességre tettek szert, s bár a katonai felderítés területéről folyamatosan kiszorulnak, a topográfiai felméréseknek továbbra is alapját képezik. A nagy fejlődés, — melyet operatív rendszereknél 25 vonalpár/mm-rel jellemezhetünk, míg a geometriai hűségre pedig a 10 mikrométer alatti elrajzolási értékek jellemzők — több évtizedes, céltudatos fejlesztőmunka eredménye volt.

A terepről a fényképeken tárolt információmennyiség átlagosan 10^5 bit/ha, az analóg és digitális kiértékelés módzatai pedig technológiai szinten megoldottak. Talán elégséges az utóbbi évtizedben kifejlesztett automatikus ortofotó készítési technológiákra utalnunk, melyekkel a síkrajzi térképfelújítás nagy sebességgel és automatizáltan végezhető, a tematikus térképezésben pedig kitűnő alapot szolgáltatnak a változások felderítésére.

Megjegyzem, hogy nagyteljesítményű ortofotó berendezés már hazánkban is működik.

A térképezni kívánt információk tartalma és pontossági követelményei szerint két nagy csoportot különíthetünk el, úgymint a topográfiai és tematikus térképeket.

A topográfiai térkép egységes vetületi- és jelkulcsrendszerben ábrázolja a településeket, közlekedési hálózatot, vizeket, terepalakzatokat, valamint a tájékozást szolgáló egyéb jeleket. A helyzeti és magassági adatok nagy pontossága jellemzi.

Ezzel szemben a tematikus térképek kisebb pontossági igényekkel, de jól körülhatárolt tematikus tartalommal készülnek, a távérzékelési adatfeldolgozás és közlés magasabbrendű megjelenési formái. A tematikus térképek rendszerint a meglévő topográfiai térképre támaszkodnak.

Általánosan elfogadott, hogy a nyersanyag-feltáráshoz $M=1:50\,000$ méretarányú *topográfiai* térképek szükségesek. Mint erre utaltunk, szükséges lenne

meggyorsítani a topográfiai térképek előállítását. Tudomásunk van arról is, hogy számos fejlődésben levő országban, topográfiai térképek híján, a tervezéseket űrfelvételek felhasználásával végzik. Ismeretes az is, hogy vannak Földünknek olyan régiói, ahol a topográfiai térképellátottság rosszabb, mint a Hold bizonyos területein az első ember leszállása előtt volt.

Az 1:50 000 topográfiai térképek közvetlen elkészítéséhez 10 m terepi feloldással rendelkező, szabatos képgeometriájú űrfelvételi rendszerek szükségesek. Ezek alapján, analitikus kiértékelési módszerekkel ± 10 m helyzeti és magassági megbízhatóság reálisnak tűnik.

Mivel a pásztázó rendszerek geometriája kevésbé szabatos, magasságmérésre ezek nem használhatók. Újabb irányzat, hogy a pásztázó rendszerekbe töltésérzékelő detektor sorokat (CCD) építenek. Nem várható, hogy a pásztázó rendszerek geometriai tulajdonságai ezzel lényegesen javulnak: a pásztázó rendszerek geometriai disztorziói magából a pásztázás természetéből adódnak, ami lényegében nem változik. Ugyanakkor jelentősen növelhető a feloldóképesség, legalábbis megközelítheti a fényképezés jelenlegi teljesítőképességét.

A fenti megfontolások oda vezetnek, hogy a fényképezést az erőforrás-kutatási feladatoknál még egy-két évtizedig nem lehet nélkülözni. Ezért tekinthetők korszerűnek azok a szovjet eredmények, melyek multispektrális üzemmódban fotogrammetriai mérőkamerák alkalmazására épülnek, vagy éppen séggel nagyfeloldású multispektrális kamerák alkalmazásán nyugszanak. Rámutatunk arra, hogy más államokban is tervezik fotográfiai mérőkamerák alkalmazását, de ugyanakkor az *1. táblázatból* megfigyelhető, hogy egyre nagyobb terepi feloldás felé mutat a fejlődés. Korunkban egy korszerű űrfényképező rendszertől megkívánjuk a 10 m alatti terepi feloldást.

Európában természetesen a térképellátottság helyzete jóval kedvezőbb, az egyes államok gyakorlatilag rendelkeznek a topográfiai alaptérképekkel. Ugyanakkor azonban a pontossági igények is nagyobbak, általában ± 3 m helyzeti és magassági középhibával jellemezhetők. Ehhez az adatgyűjtőkkel szemben támasztott feloldási igényt 5 méterben lehet megadni. Amennyiben 1:50 000 méretarányú topográfiai térképek felújításáról van szó, úgy reális lehetőségnek tűnik a jelenleg már elért Szojuz felvételek 10–20 m-es feloldóképessége térképkiegészítésre. Általánosan elfogadott nézet ma már, hogy sem Európában, sem másutt nem képzelhető el a topográfiai térképek felújítása távérzékelés nélkül.

Magyarországon folyamatban van a topográfiai térképek felújítása 1:10 000 méretarányban, egységes országos térképrendszerben. A tervek szerint ez a munka a századfordulóra fejeződik be. Megjegyezzük, hogy a fotogrammetriai felmérésnek gyorsabb és termelékenyebb módszerei is vannak. Ezek lényege, hogy a síkrajzi tartalmat a fotográfiai kép ortogonális vetülete képviseli, így a térképtartalom minősítésében alapvető engedményeket kellene tenni. Ebben az esetben a fotográfiai képtartalom minimális kartográfiai kiegészítéssel alkotja a térkép síkrajzát. A fotótérkép tartalmú kartográfiai termékek elfogadtatásához azonban jelentős szemléletváltozás szükséges. Távatlan azonban az ortofotó eljárásokat nem nélkülözhetjük, mivel a költség- és időszükséglet ezzel mintegy a harmadára csökken.

A fotótérkép alapú topográfiai és tematikus térképek használata ugyanakkor szükségszerűen előírja a fotointerpretációs módszerek oktatását a felhasználók körében is, különösképpen a föld- és mezőgazdasági tudományokban.

A fotótérképek ugyanis a vonalas térképekkel szemben mintegy tízszeres információ-kapacitással rendelkeznek. Ugyanakkor ezek az információk nem minősítettek és az értelmező művészetének nagy szerepe van abban, hogy milyen korrelációkat ismer fel azok komplex tömegéből.

A tematikus térképezés számára éppenséggel ez az információtöbblet nyújt lehetőséget az ábrázolt terület komplex értelmezésére, mint erre később a tematikus térképezésnél még visszatérünk.

Összegezve elmondhatjuk, hogy a világ nyersanyagfeltárási célú topográfiai térképezése előtt olyan feladatok állnak, melyek szükségessé teszik térképezési célú távérzékelési rendszerek fejlesztését, és kiépítését. Ezekre a rendszerekre jellemző a centrálperspektív leképzés merev képgeometriája mivel domborzati viszonyok térképezésére ez a legpontosabb —, a nagy területeket átfogó űrfényképezés — melynek felületi teljesítménye 6–40 000 km² sztereomodellenként —, az egyre nagyobb dinamikus feloldás, melyet a terepre vetítve 5–10 méterben lehet megadni. A távérzékelési rendszerek fejlesztésében határozottan megfigyelhetők azok a törekvések, melyek ebben az irányban hatnak. Az 1. táblázatból is kiolvasható, hogy az űrfényképező rendszerek a nagyobb felületi teljesítmény és nagyobb terepi feloldás felé fejlődnek.

Ugyanakkor a felgyorsult fejlődés miatt szükséges a meglévő térképművek legalább évtizedenkénti felújítása Európában. Mindezt egyre nagyobb metrikus pontosság és az ezt szolgáló feloldási igények mellett kell megtenni. Ez nem csak az adatgyűjtő rendszerek fejlesztését teszi szükségessé, de az adatfeldolgozásban is alkalmazni kell a digitális vezérlésű ortofotó technikákat. Olyan technológiákat kell bevezetni, amelyekkel a korábban levezetett to-

FÉNYKÉPEZŐ RENDSZEREK

1. táblázat

	Megnevezés	Ország	Év	Érzékelő	H km	f cm	Fedés (km^2)	R (m)	PIXEL (m)
Műszert üzemben	SKYLAB	USA	1973	S-190 A	435	15,2	163 ²	99	40
	SKYLAB	USA	1973	S-190 B	435	46	110 ²	35	15
	SZOJUZ 22-30	SZU	1976	MKF-6	260	12,5	110x162	25	10
	SL-ATLAS-A	ESA	1982	RMK-30/23	250	30,5	189 ²	21	8
	ÜRKOMP	USA	1983	LFC	250	30,5	189 ²	11	4
Tervezett	SL-ATLAS-B	NSZK	1984	RMK 30	250	30	189 ²	10	4
	FREE FLYER	USA	1987	LFC	250	30	378x189	10	4
	FF ATLAS-C	NSZK		RMK 60	250	61	95 ²	5	2

2. táblázat

Pásztázó	Ellátó- sz. (IFOV)	Látó- sz. (FOV)	FOV IFOV	Kamera	Ellátó- sz.(IFOV)	Látó- sz. (FOV)	FOV IFOV
SKYLAB S-192	0,182	10 ⁰	1	RMK 30/23	0,032	41,3 ⁰	22,5
LANDSAT 1,2	0,086	11,5 ⁰	2,3	RMK 60/23	0,022	20,6 ⁰	16,3
THEM. MAPPER	0,043	15 ⁰	6,1	LFC	0,016	41,3	45
SPOT	0,012	4,8 ⁰	6,9	RMK 60/23 IMC	0,009	20,6	40

PÁSZTÁZÓ RENDSZEREK

3. táblázat

	Neve	Ország	Érzé- kelő	Év	H km	FOV	IFOV	Kép- pont (m)	Csat. sz.
Műszert üzemben	LANDSAT 1-3	USA	MSS	1972	920	11,5 ⁰	0,089	79	4-5
	SKYLAB	USA	S-192	1973	435	10,0 ⁰	0,182	79	12
	HC MM	USA	MSC	1978	600	60 ⁰	0,83	500	2
	NIMBUS 7	USA	CZCS	1978	955	80 ⁰	0,865	800	6
	SEASAT	USA	MSC	1978	790	46,5 ⁰	3,8	3000	2
	SEO	INDIA	2 TV	1979	525	36	1,9	1000	2
	LANDSAT D	USA	TH.MA	1981	705	15	0,0425	30	7
Tervezett	SPOT	FR.O	CCD	1984	822	4,3	0,012	10	3
	MOS	JAPAN	CCD	1986	870	5,1	0,024	45	?
	SPAS	NSZK	MOMS	1986	300	26 ⁰	0,0675	20	2-4
	STEREOSAT	USA	CCD	1986	750	5 ⁰	0,02	15	1

pográfiai alaptérképek közvetlen felújítását és kiegészítését lehet elvégezni űrfelvételekről. Újszerű kiértékelési eljárásokat kell kifejleszteni, melyek első lépésben a meglevő topográfiai térképet használják fel az űrfelvételek mintakulcsrendszerének összeállításához, majd második lépésben ezt a mintakulcsot alkalmazzák az időközben bekövetkezett változások felkutatására és átvezetésére.

Hazánkban ugyanakkor meg kell valósítani egy új, egységes topográfiai térképművet 1:10 000 méretarányban, továbbá bel- és külterületek nagyméretarányú vízszintes és magassági értelmű térképezését 1:1000–1:4000 méretarányban, valamint az ezt szolgáló vízszintes és magassági alapponthálózat fejlesztését fotogrammetriai módszerekkel. Nyilvánvaló, hogy ezt a feladatot a fotogrammetria és távérzékelés adatgyűjtő és adatfeldolgozó módszereinek fejlesztése nélkül lehetetlen lenne elvégezni, ezért élénk figyelemmel kell kísérnünk mindazokat a fejlesztéseket, melyek a térképezési eljárások meggyorsítása irányában hatnak.

A térképezési műveletek másik nagy csoportja a *tematikus* térképezés, mely távérzékelési módszerekkel felderített folyamatok, dinamikus jelenségek térképi ábrázolása, analóg vagy digitális formában. A tematikus térképezések adatgyűjtő eszközei többnyire az optikai-mechanikai pásztázó letapogatók, melyek kisebb térbeli feloldással, de a fényképezésnél nagyobb spektrális feloldással, 4–12 hullámhossz tartományban pásztázzák a terepet. Az egyes sávok felvételeiből analóg módszerekkel színkompozitok állíthatók elő, melyek közvetlen vizuális interpretálásra alkalmasak.

A domborzati viszonyok kiértékelésére nem használhatók, de a síkrajzi megbízhatóság a tematikus igényeket kielégíti.

A pásztázó letapogatók azonban sokkal hatásosabban használhatók digitális kiértékeléssel, amikor az előfeldolgozás során az értelmezést zavaró szűrési és transzformálási műveleteket, az osztályozás során pedig a képtartalom besorolását – előre megválasztott osztályokba – a számítógép végzi. A fejlesztett programok rugalmasak, rendszerint lehetővé teszik a kiértékelő személy beavatkozását is. A kimeneti oldalon pedig rajzgép periférián jelenik meg az értelmezés eredménye, a tematikus térkép.

A Landsat többhullámsávú pásztázó felvételek felhasználásával számos példát láthattunk az analóg és digitális térképezésre, alkalmazásának a ma még korlátozott térbeli feloldás szab határt. Hazánkban is jórészt kiépítették a szükséges hardver és szoftver háttérét és éppen a napokban készült el a Földmérési Intézetben – a VÁTI közreműködésével – a Balaton területhasznosítási térképe 1:300 000 méretarányban, 8 mintaosztállyal. Hasonló tematikus térképeknél 5–20 mintaosztály elkülönítését

figyelhetjük meg. A síkrajzi megbízhatóság oldaláról vizsgálva: közvetlen lehetőség nyílik 1:100 000 méretarányú tematikus térképek szerkesztésére; kivételes esetben 1:50 000 méretarányú térképkiegészítési munkákra is használják.

A 2. táblázatban összehasonlítjuk néhány megvalósult és tervezett pásztázó látószögének és elemi látószögének viszonyát légifényképező rendszerekkel. Ez a hányados a felületi teljesítmény mérőszámának tekinthető. Az összehasonlításból kitűnik, hogy a fényképező rendszerek nagyobb látószög mellett kisebb elemi látószöggel rendelkeznek, ezért a felületi teljesítmény közel nagyságrenddel nagyobb. Ugyanakkor a pásztázó rendszerek spektrális feloldása kedvezőbb, mivel a spektrális terjedelmet nem korlátozza a filmek spektrális érzékenysége és az egyes sávok 50–100 nm szélességűek.

A Landsat felvételek felhasználását ma még a nagyobb áttekintést jelentő kisméretarányok területére korlátozza a mérsékelt feloldóképesség, amit korábban 0,6 hektárral, újabban pedig 0,1 hektárral jellemezhetünk.

Egy pillantás a 3. táblázatra meggyőz bennünket arról, hogy a pásztázó rendszerek feloldóképessége 300–800 km repülési magasságból a következő években eléri a 10 métert. A jelenlegi 30 m feloldóképesség mellett városok úthálózata már megjelenik a képeken.

A nagyméretarányok tartományában azonban jelenleg még a multispektrális és mérőkamerás légifelvételekre támaszkodunk. A színes légifényképezés különleges érzékenységgű anyagai, elsősorban az infraszínes és vízbehatoló hamisszínes anyagok a korszerű ortofotó-technikával kombinálva a nagyméretarányú tematikus térképezés alapját képezik.

Ha a színes ortofotó térképhez egy sztereopartnert is illesztünk, sztereoszkóp alatt megjelenik a vizsgálandó terep felszíne 3 dimenzióban, amelyből egyszerű eszközökkel helyzeti és magasságmérés végezhető. A természetes és mesterséges környezet komplex módon közelíthető meg a fotótérképeken, melyek olvasása és értelmezése viszonylag könnyen elsajátítható. Az infraszínes felvételeken a vegetáció élénkvoros színben jelenik meg, a biotikus és abiotikus stresszhatások is kimutathatók, területi kiterjedésük közvetlenül planimetrálható. Minden olyan hatás, ami a levélzet infravörös reflexióját megváltoztatja, ezzel a filmmel vizsgálható. A nagyobb képkontraszt jobban hangsúlyozza és felismerhetővé teszi a növényzetben előforduló szerkezeti változásokat, melyek alosztályok kialakításához vezetnek. Az infravörös sugarak légköri áthatolása kedvezőbb, ezzel magyarázható az általában nagyobb képkontraszt a pankromatikus felvételekkel egybevetve. Ugyanakkor az emberi kéz által készített szerkezetek a kék és zöld árnyalataiban jelennek meg.

A multispektrális és infraszínes fényképezések alapján analóg képrög-zítő eljárások, nehézségeket és költségtöbbletet jelent a digitális kiértékelésre való áttérés. Ezek az adathordozók elsősorban analóg és számítógéppel segített metrikus kiértékelésre alkalmasak, és nem állíthatjuk, hogy már mindent feltártunk, amit az analóg technikával meg lehet tenni. Ellenkezőleg: hazánkban az analóg kiértékelés még számos alkalmazási területe feltáratlan.

A távérzékelés fejlesztési irányai

Annak ellenére, hogy a távérzékelés néhány évtizedes fejlődése alatt számos figyelemreméltó eredménnyel dicsekedhet, nem állíthatjuk, hogy részleteiben is kiforrott és szabatos. A tárgyakról és jelenségekről az elektromágneses sugárzás szelektív reflexiója és emissziója közvetíti az információt. Ám ebben az átviteli folyamatban még sok ismeretlen van ahhoz, hogy a hatás és előidézője közötti összefüggéseket előre lehetne számítani. Gyakori az a felfogás, hogy az átviteli folyamat kezdete és vége közötti szakaszt „fekete dobozként” kezelik. Valóban, még legalább 10–15 év intenzív kutatás szükséges ahhoz, hogy jobban megértsük és kifejlesszük a sugárzási törvények változó geometriai körülményektől függő javításának módjait, melyek csökkenthetik a spektrális jelfelismerésnél eddigelé elkerülhetetlen varianciákat. Jelenleg még nincsenek hatásos eszközeink az atmoszférikus szórás és elnyelés, a változó terepdőlés, a Napmagasság változó hatásainak kiküszöbölésére, ami a bemenő adatok nemkívánatos szórását eredményezi. Ugyancsak várunk kell még néhány évet a jelfelismerés térbeli szerkezetekre történő kiterjesztésére, ami a jelenleg már a gyakorlatban is alkalmazott spektrális jelfelismerésnél bonyolultabb, s az intenzív fejlesztés stádiumában van.

Jóllehet a tematikus térképezés nem igényelne a térkép síkjában 0,2 mm-es középhibával jellemezhető helyzeti megbízhatóságot, a különböző időpontban készült, időbázisos felvételek összevetítése és keresztkorrelációja azonban szükségessé teszi a geometriai transzformációkat a feloldás határáig. Ez kétségtől nehezen teljesíthető a nagyobb méretarányok esetén, amikor is a magasságkülönbségből visszamaradó torzulások a képkorrelációt megghiúsítják. Ezért tovább kell tanulmányozni a geometriai előfeldolgozás hatásos módjait, kiterjesztve azokat a nagyobb méretarányoknál jelentkező problémákra is.

Az említett sugárzási és geometriai feladatok inkább alapkutatás jellegűek. Ami pedig a távérzékelési adatgyűjtő rendszerek fejlesztését illeti, megállá-

píthatjuk, hogy a topográfiai célú feladatok továbbra is a fotográfiai mérőkamerák és a többhullámsávú kamerák felvételein nyugszanak. Számos hátrányuk mellett – aminők az analóg képrögzítés ismert korlátai, a felvételek visszaküldésének nehézségei – el kell ismernünk azokat az előnyöket, amelyek több évtizedes fejlesztőmunka eredményeképp születtek: ezek a geometriai torzulások csekély mértéke és a nagy feloldóképesség, melyet újabban polgári mérőkameráknál is képvándorlás-kiegyenlítő berendezéssel fokoztak.

Ugyancsak a mérőkamerás és multispektrális fényképezések képezhetik a nagyméretarányú távérzékelések alapját. Mivel ezek az adatgyűjtő rendszerek analóg természetűek, az analóg kiértékelési módszerek továbbra is használatban maradnak, de kiegészülnek a korszerű digitális technikával. A kiértékelés egyes fázisaiban mikroszámítógépek is belépnek és kommunikálnak az analóg mérőműszerek egyikével és a kiértékelő személlyel. Közvetlenül feldolgoznak bizonyos mérési adatokat és a kiértékelési folyamatot párbeszédés üzemmódban irányítják.

A távolabbi jövőben a mérőkameráknál is kiválthatják a filmet a hálózatos elrendezésű töltés érzékelő detektorok. Napjainkban azonban ezeket még soros elrendezésben gyártják.

Ami pedig a pásztázók fejlesztését illeti, az újabb rendszerekben töltésérzékelő detektorokat alkalmaznak, ezzel a feloldóképesség megnő és eléri a 10–20 métert 300–800 km repülési magasságból. Úgy tűnik, nem lesz lényeges különbség a fotográfiai és pásztázó rendszerek feloldásában. Míg az első a stabil, statikus geometriai viszonyokkal tűnik ki, az utóbbi nagyobb spektrális feloldásával és kedvezőbb számítógépi feldolgozással a tematikus térképezést szolgálja majd.

A 80-as évek második felére jellemző még, hogy az erőforráskutató műholdakat fellövő államok száma legalább 10-re emelkedik, ugyanakkor a műholdak adatait legalább 50 országban dolgozzák fel és értékelik.

Hazai kísérleti eredmények

Örömmel számolhatok be arról, hogy hazánkban az utóbbi években a távérzékeléssel foglalkozó munkák száma mintegy 160 irodalommal jellemezhető. Nem vállalkozhatom arra, hogy egyetlen ismertető keretében a sokrétű munkáról részletes tájékoztatást adjak, ezért figyelmemet elsősorban a Balaton-kutatással összefüggő távérzékelési munkák számbavételére fordítom, az OMFB 23–8105 tanulmánya alapján. Ismeretes, hogy a Ba-

latonról több évtizedre visszanyúlóan tekintélyes adathalmaz gyűlt össze, mind magáról a tóról, mindpedig a vízgyűjtőről. A földi úton végzett megfigyeléseket célszerűen egészíthetik ki a légifényképezéssel, hőérzékeléssel, valamint űrfelvételek kiértékelésével beszerzett adatok. Az 1975–81-ig terjedő években a kutatás célkitűzései három irányba sorolhatók:

a.) A Balaton víztestébe már bekerült hordalék, tápanyag állapotának, helyzetének vizsgálata. Ide tartoznak a vízminőségi jellemzők, a vízi növényzettel kapcsolatos megfigyelések is.

b.) A szennyezés okainak, befolyásoló körülményeinek feltárása a vízgyűjtőn.

c.) A Balaton áramlási kutatásai, beleértve a szél keltette áramlások vizsgálatát is.

A Balaton 1975. évi vízrajzi felmérése, a Balaton Vízrajzi Atlaszának 1976. évi megjelenése kedvező alapot adott a további munkálatokhoz. Az 1:10 000 méretarányú szelvények megjelenésük óta alaptérképei a nádasokkal, hínarasokkal foglalkozó kutatóknak.

A hínarasok légifényképezése 1976-ra nyúlik vissza, melyhez kézikamerás többhullámsávú technikát alkalmaztak.

A Balaton teljes partközeli területeinek hínártérképét 1978-ig 56 db. 1:10 000 méretarányú térképszelvényen ábrázolták. Ugyanezen szelvényen rögzítették a nádasok tőfelőli szélét is, azonban a nádasokon belül további alosztályokat nem határoltak el. A hínártérképek alapján megállapították, hogy 1978-ban Balatonvilágos–Zamárdi, Tihanyrév–Sajkod és Révfülöp–Badacsonyládbi-hegy közötti terület hínármentes, Szántód, Balatonboglár, Fonyódliget, Balatonmária-fürdő, Zala-torok és Balatonfüred–Balatonkenese erősen hínáros volt.

Az űrfelvételek és légifelvételek áramlásvizsgálatokra való felhasználásában az elmúlt években kedvező tapasztalatokat szereztek: a kialakult áramlási minták szoros összefüggést mutatnak a felvételek időpontjában kialakult szélirányokkal.

A Keszthelyi- és Szigligeti-öböl vízminőség vizsgálatához az OMFB megbízásából az SZKI készített számítógépes kiértékelést az 1976. április 1-i Landsat adatok felhasználásával.

A vizsgálat első eredményei szerint a távérzékeléssel nyert információ a paraméterek összegét kifejező vízminőségi jellemzők területi eloszlásának feltárására használható.

Ugyancsak az OMFB megbízásából az SZKI digitális képfeldolgozó rendszerén elemezték a Keszthelyi- és Szigligeti-öbölhöz kapcsolódó vízgyűj-

tő területet is. A területhasznosítási térképből megállapítható volt, hogy a vizsgált területek 7–8%-án pontszerű, míg 50–60%-án nem pontszerű mezőgazdasági szennyezés jellemző, ugyanakkor a terület 30–40%-át borító erdős, ligetes területek a vízszennyezés szempontjából mérséklő, szűrőhatást fejtenek ki.

A Földmérési Intézet és az MTA Biológiai Kutatóintézet együttesen vizsgálták a Landsat képi adatok és az a-klorofill tartalom közötti összefüggést. Az 1978. szeptember 9-i felvételek 4-es és 5-ös sávjai lineáris összefüggést mutattak a helyszínen mért a-klorofill értékkel, melynek alapján az a-klorofill koncentrációt 4 jól elkülöníthető osztályba sorolták. A közölt koncentráció térkép nagyjából K–Ny-i változást mutat.

A magyar-szovjet közös ürrepülés „MKF–6 EUTROF” program keretében többször készültek légi- és űrfelvételek a Balatonról az 1979–80-as években. Figyelemreméltók az 1979. május 21-én készült MKF–6 többhullámsávú felvételek 1:50 000, Kozmosz többhullámsávú űrfelvételek 1:1 000 000 méretarányban. A légi- és űrfényképezéssel összhangban helyszíni referencia mérésekre is sor került, mintegy 40 ponton. Ez alkalommal nem sikerült kimutatni összefüggést az űrfelvételek tónusa és a víz klorofill tartalma között. A víz áramlásainak főbb irányait és a lebegőanyagtartalom eloszlását azonban térképezni lehetett. A Kozmosz űrfelvételeken jól látható a Balaton vízének hármastagozódása, ami az átlátszósággal, a lebegőanyag és klorofill tartalommal van összefüggésben.

A parti sáv vizsgálatához a VIZDOK 1981. júliusában alacsonyrepülésű színhelyes színes, és fekete-fehér infra felvételeket készített.

1982. évben a Szigligeti-öbölről újabb nagyméretarányú felvételek készültek infra-színes filmre. A kiértékelés folyamatban van.

A Vízgazdálkodási Intézet a távérzékelést az alábbi célokra kívánja felhasználni:

A távérzékelés felhasználásával szeretné meghatározni, hogy az egyes vízmintavételi helyek milyen területre extrapolálhatók.

A mintavételi helyek adatai és a távérzékelési adatok együttes felhasználásával kívánja meghatározni a vízminőség területi eloszlását.

A távérzékelés felhasználásával kíván következtetéseket levonni a vízminőség időbeni változásaira.

A távérzékelés további alkalmazása a Balaton kutatásokban

Az elmúlt években kialakult a digitális képfeldolgozás hazai bázisa és további tapasztalatokat szereztünk az analóg technikák alkalmazásában is. Számos intézményben megtalálhatók az analóg feldolgozás eszközei és fontos lépéseket tettünk az oktatásban is, hisz a BME-t elhagyták az első erőforráskutató szakmérnökök, akik a távérzékelésben magasfokú képzettséget nyertek. Így ma kedvezőbb alapról ítélnéjük meg a távérzékelés hazai alkalmazási területeit.

Ismeretes, hogy a Minisztertanács elrendelte a balatoni nádasok évenkénti teljes letakarítását és hasznosítását. Ennek megvalósításához első lépés lehetne a tervezés alapját képező nádtérképek elkészítése, mely a nádasok több alosztályát különbözteti meg és adatokat szolgáltat a letakarítandó mennyiségekről, valamint az egyes alosztályok minőségeiről is. A Velencei-tó infraszínes fotótérképeinek elkészítése, valamint a Szigligeti-öbölben végzett előkísérletek arra utalnak, hogy ez a munka a fenti technikával, a kívánt részletességgel elvégezhető.

Ugyanakkor azonban a víz alatti növényzet visszaadására az infraszínes film nem alkalmas, mivel a víz az infrasugarakat gyakorlatilag elnyeli.

A parti környezet tanulmányozására pedig nagyméretarányú infraszínes felvételeken alapuló párbeszédes kiértékelés kifejlesztésén dolgozunk, mellyel tájegységre kiterjedő adatbankszerű osztályozást végezhetnénk számítógéppel segített üzemmódban.

A kiértékelés jellegzetesen nagyméretarányú, alapja a geokódolt hektár. Minden egyes hektár terhelési, illetve szűrő funkcióját vizsgáljuk 7 különböző szempont szerint, melyek felölelik a növényzettel való borítottság vizsgálatát, a művi felületek arányát és jellegét, a művelési ágakat, lejtőkategóriákat, az eróziós nyomokat és vízszintes tagoltságot.

A vizsgálat alapján minden egyes hektárt egységes szempontrendszer alapján 6 különböző terhelési osztályba sorolunk a tó szempontjából. A geokódok alapján az egyes terhelési tényezők visszahívhatók. Ez az eljárás a számítógéppel segített analóg kiértékelés irányában kívánja tágítani a kört.

Egyidejűleg tovább kell folytatni a tó és parti környezet kisméretarányú elemzését, a lehetőség szerint haladva a nagyobb méretarányok felé.

Ugyancsak folytatnunk kell a nyílt víz vizsgálatát többhullámsávú pásztázók digitális kiértékelésével: az adatgyűjtők fejlődésével párhuzamosan az adatfeldolgozás is folyamatosan fejlődik.

Összefoglalás és következtetések

Ebben a munkában áttekintettük a távérzékelés várható fejlődését és főbb alkalmazási területeit, különös tekintettel a természetes és mesterséges környezetre. Megállapítottuk, hogy a légi- és űrfényképező eszközök továbbra is alkalmazásban maradnak és a topográfiai térképezések és térképfelújítások alapját képezik. A nagyméretarányú tematikus térképezések szintén speciális, különleges légifényképezésen nyugszanak. Az 1:50 000 méretarányú topográfiai térképezéseket várhatóan a jövőben űrfelvételekről készítik, de felhasználnak űrfelvételeket a topográfiai térképek felújításához is.

A légi- és kozmikus pásztázó felvételek a nagyobb feloldás irányában fejlődnek, a 80-as évek végére erőforráskutató rendszerek biztosítják a 10 m terepi feloldást.

Hangsúlyoztuk, hogy hazánkban az analóg és analitikus kiértékelési technikák alkalmazásának számos kiaknázatlan területe van, jóllehet a fejlődés az utóbbi néhány évben öröndetes. Megemlékeztünk a távérzékelés fontosabb alkalmazásairól a Balaton-kutatásban, valamint további tervekről a nagyméretarányú tematikus térképezésben.

Felhasznált irodalom

- (1) A távérzékelés interpretációs módszereinek hasznosítása hazai mintaterületeken (OMFB 1983.)
- (2) P. E. Slater: Remote Sensing, Addison-Wesley Publ. Co. 1980.
- (3) G. Frayssee: Remote Sensing Application in Agriculture and Hydrology. A. A. Balkema. Rotterdam, 1980.

Felelős kiadó: Nemecz Ernő az MTA VEAB elnöke
Szerkesztette: Kovács István
Készült 300 példányban a KATE Sokszorosítójában
Felelős vezető: Báló Lajos

